

**Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

**«НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ  
УКРАЇНИ»**

**Матеріали інформаційно-комунікативного заходу**

**14 жовтня 2014 року**

**м. Київ**

**УДК 330.341.1 (477)**

Науково-технологічне забезпечення  
оборонно-промислового комплексу України:  
Інформаційно-комунікативний захід (Київ, 14 жовтня 2014),  
відп. ред. М.В.Стріха,. – К. : Виставковий центр  
«КиївЕкспоПлаза», 2014. – 201с.

Розглянуто актуальні питання науково-технологічного забезпечення обороноздатності України, перспективних напрямів розвитку технологій та техніки військового призначення, інструментів державної підтримки підприємств оборонно-промислового комплексу України в підвищенні їх науково-технологічного рівня.

Спеціалісти, вчені та викладачі, науковці, державні службовці центральних і місцевих органів виконавчої влади знайдуть для себе у збірнику корисну інформацію для досліджень, використання в практиці та щодо шляхів розв'язання нагальних проблем науково-технологічного забезпечення підприємств оборонно-промислового комплексу України.

**Редакційна колегія:** М.В.Стріха (відп. ред.), С.В. Комісаренко, О.С. Уруський, І.В. Галенко, В.С. Шовкалюк, В.Д. Чеберкус

## ЗМІСТ

**Андронов В.А., Бейко І.В.**

До побудови прискорених алгоритмів для оптимального керування літальними апаратами ..... 8

**Андрущенко В.О.**

Адаптація геонавігаційної системи для використання у безпілотних літаючих апаратах ..... 14

**Анісімов А.В., Осадчий Є.О., Горбунов О.А.**

Роль вітчизняного мобільного роботизованого біомеханічного апарата-трансформера «Екзоскелетон» (ЕКС) в підсиленні обороноздатності країни ..... 16

**В.М. Байгер, Д.Б. Буй, С.В. Коляда, В.І. Картунов, В.С. Харченко**

Побудова систем захисту території і об'єктів на платформі відеоспостереження нового покоління та безпілотних літальних апаратів .. 18

**Барсуков В.З., Хоменко В.Г.**

Новые материалы при создании высокоэнергоемких и мощных аккумуляторов и гибридных суперконденсаторов для вооружения и военной техники ..... 23

**Бедюх О.Р.**

Тонке широкополосное радио-поглощающее покрытие для защиты від електромагнітного випромінювання мікрохвильового діапазону ..... 28

**Беляев А.В., Карташов В.М., Корытцев И.В., Сидоров Г.И., Сидоров Я.Г.**

Универсальный мультимедийный стрелковый тренажер для подготовки силовых структур ..... 30

**Беляев А.В., Карташов В.М., Сидоров Г.И.**

Лазерный стрелковый тренажер для подготовки снайперов ..... 35

**Берегова Т.В., Остапченко Л.І.**

Протиопіковий засіб на основі меланіну ..... 39

**Березовський В.Я., Литовка І.Г., Лісуха Л.М., Левашов Л.М., Янко Р.В.**

Ліквідація постстресорних та больових реакцій методом медичної нанотехнології ..... 40

**Білощицький А.О., Корченко О.Г., Міхайленко В.М., Терейковський І.А., Щербіна О.А., Косяк Є.С.**

Розробка пристрою інфразвукового ураження живої сили супротивника та військових малозахисених об'єктів ..... 43

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Булавін Л.А., Рево С.Л.</b>                                                                                                                      |    |
| Гіперзвуковий пальник .....                                                                                                                         | 44 |
| <b>Булавін Л.А., Рево С.Л.</b>                                                                                                                      |    |
| Новий вид горючої суспензії .....                                                                                                                   | 45 |
| <b>Галавська Л.Є., Боброва С.Ю.</b>                                                                                                                 |    |
| Розробка трикотажних полотен для виготовлення бронежилетів .....                                                                                    | 46 |
| <b>Гарашенко Ф. Г., Верченко А. П, Пічкур В. В., Косовець М. А.</b>                                                                                 |    |
| Технології виявлення об'єктів різної природи з використанням терагерцового 3-D радара .....                                                         | 49 |
| <b>Горбунов О.А.</b>                                                                                                                                |    |
| Трансформерні технології в складі комплексної реабілітації у військовій медицині .....                                                              | 51 |
| <b>Демченко П.І., Трахтенберг І.М., Демченко В.Ф., Козлов К.П.</b>                                                                                  |    |
| Біопрофілактика у вирішенні проблем хімічної безпеки .....                                                                                          | 53 |
| <b>Дубок В.А., Слободяник М.С., Затовський І.В.</b>                                                                                                 |    |
| Біоактивні керамічні композиційні матеріали для відновлення кісткової тканини при пораненнях, травмах, хворобах .....                               | 58 |
| <b>Желтоножська Т.Б., Пермякова Н.М., Максін В.І., Кравченко О.О.</b>                                                                               |    |
| Світлостійки біоцидні препарати для тривалого знезараження перев'язочних матеріалів та одягу .....                                                  | 60 |
| <b>Заболотний М. А., Давиденко М. О.</b>                                                                                                            |    |
| Багатошарове плівкове покриття для зменшення відбиття світла .....                                                                                  | 61 |
| <b>Заболотний М. А., Давиденко М. О.</b>                                                                                                            |    |
| Визначення поглинутої дози радіоактивного опромінення металевими конструкціями за допомогою портативної апаратури .....                             | 62 |
| <b>Завадський О.А.</b>                                                                                                                              |    |
| Ефективний захист від перешкод у системах радіозв'язку .....                                                                                        | 65 |
| <b>Ильченко М.Е., Кравчук С.А., Нарытник Т.Н.; Слюсар В.И.; Проценко В.О., Марьенко А.В.; Ивашкевич В.Г.</b>                                        |    |
| Научно-технические и технологические основы создания портативной тропосферной радиорелейной станции связи в интересах Вооруженных Сил Украины ..... | 67 |
| <b>Кабанов О.В. Берегова Т.В.</b>                                                                                                                   |    |
| Лікувально-діагностичний комплекс для стимуляції моторики шлунково-кишкового тракту у хворих із закрепами, атонією, парезами, паралічем .....       | 73 |
| <b>Кизимчук О.П., Мельник Л.М., Голікова О.Я</b>                                                                                                    |    |
| Удосконалений медичний трикотаж .....                                                                                                               | 75 |

**Ковальчук А.М.**

Енергоефективні технології для польових умов..... 80

**Кривцов В.С., Гайдачук О.В.**

Досвід створення безпілотної авіаційної техніки ..... 84

**Кривцун І.В., Худецкий І.Ю., Маринський Г.С., Чернець О.В., Подпратов С.Є., Лопаткіна К.Г.**

Використання ВЧ-зварювання та термообробки живих тканин в умовах військово-польової хірургії ..... 88

**Куцевол Н.В.**

Нові високоефективні функціональні матеріали, створені на основі нанотехнологій ..... 92

**Лепіх Я.І., Сантоній В.І., Янко В.В., Будіянська Л.М.**

Опто-електронні датчики для підривачів ..... 94

**Леховицький Д.І., Рябуха В.П., Дохов О.І., Зарицький В.І., Рачков Д.С., Семеняка А.В., Катюшин Е.А.**

Розроблення нових адаптивних систем захисту від завад для сучасних та перспективних вітчизняних радіолокаторів ..... 96

**Луговської Е.В., Бойко О.М.**

Розробка новітніх інгібіторів зсідання крові на основі фармакологічних агентів, що регулюють ферментативну активність тромбіну та фактору Ха ..... 100

**Маслов В.П.**

Розробки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України щодо створення новітніх матеріалів та технологій військової техніки ..... 102

**Неділько С.А., Дзязько О.Г.**

Дисперсна шихта для синтезу високоміцної оксидної кераміки ..... 103

**Неділько С.А., Дзязько О.Г.**

Високотемпературні надпровідні матеріали ..... 104

**Панченко А. Ю., Ключник И. И., Григорьева О. В.**

Многолучевой содар для решения микрометеорологических задач обеспечения безопасности взлета и посадки летательных аппаратов ..... 105

**Плаван В.П., Гараніна О.О., Редько Я.В., Панасюк І.В., Супрун Н.П.**

Текстильні та шкіряні матеріали з бар'єрними властивостями для індивідуального захисту військовослужбовців ..... 109

|                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Поленица П.В., Коплик І.В., Курбатов Д.І.</b>                                                                                                                                                                                                        |     |
| Математичне , програмне, інформаційне та лінгвістичне забезпечення розробки сучасного ракетно-артилерійського озброєння.....                                                                                                                            | 115 |
| <b>Поленица П.В., Коплик І.В., Шийко О.М.</b>                                                                                                                                                                                                           |     |
| Розробка універсального методу розрахунку аеродинамічного опору артилерійських снарядів за їх кресленнями з метою отримання розрахункових таблиць стрільби при створенні нових зразків артилерійського озброєння .....                                  | 117 |
| <b>Поповський В.В., Павлов П.П.</b>                                                                                                                                                                                                                     |     |
| Детектор проходження транспортних об'єктів на основі магнітного градієнтметра .....                                                                                                                                                                     | 122 |
| <b>Прохоров В.П., Єфимов О.Є., Прохоров О.В.</b>                                                                                                                                                                                                        |     |
| Розробка та виготовлення багатофункціонального комплексу повітряного моніторингу наземних об'єктів (БФКПМ) на основі безпілотного літального апарату вертикального зльоту і посадки з інтелектуальною системою підтримки прийняття рішень (ІСППР) ..... | 123 |
| <b>Прохоров В.П., Прохоров А.В.</b>                                                                                                                                                                                                                     |     |
| Программная оболочка для создания интегрированных интеллектуальных систем поддержки принятия решений .....                                                                                                                                              | 127 |
| <b>Руденко О.Г., Сотников О.М., Єлаков С.Г.</b>                                                                                                                                                                                                         |     |
| Видеопроцессоры для имитаторов визуальных обстановок тренажеров летательных аппаратов .....                                                                                                                                                             | 132 |
| <b>Сальнікова О.Ф.</b>                                                                                                                                                                                                                                  |     |
| Сучасний стан ОПК як загроза національним інтересам України у військовій сфері .....                                                                                                                                                                    | 137 |
| <b>Самулеєв В.В.</b>                                                                                                                                                                                                                                    |     |
| Новітні технології забезпечення боєздатності авіації збройних сил .....                                                                                                                                                                                 | 142 |
| <b>Скришевський В.А.</b>                                                                                                                                                                                                                                |     |
| Створення експрес-системи контролю токсичних речовин .....                                                                                                                                                                                              | 145 |
| <b>Тюрин С.В, Прохоров В.П., Костыря А.А., Тюрин В.С.</b>                                                                                                                                                                                               |     |
| Лазерная система автоматического обнаружения снайперов и оптических средств наблюдения .....                                                                                                                                                            | 146 |
| <b>Фалалєєва Т.М.</b>                                                                                                                                                                                                                                   |     |
| Дерматотропний лікарський засіб на основі нанокристалічного діоксиду церію .....                                                                                                                                                                        | 151 |
| <b>Хаєцький І.К., Хаєцький К.І.</b>                                                                                                                                                                                                                     |     |
| Вітаргіл - поліфункціональний нанодисперсний засіб для лікування ран та опіків .....                                                                                                                                                                    | 153 |

**Цебренко М.В., Картель М.Т., Резанова Н.М., Мельник І.А.,  
Вільцанюк О.А., Хуторянський М.О.**

Поліпропіленові бактерицидні хірургічні мононитки для військової  
медицини ..... 159

**Чернюк В.І., Бедюх О.Р.**

Створення MEMS лабораторії на базі Корпорації «Науковий парк  
Київський університет імені Тараса Шевченка» ..... 163

**Андронов В.А., Бейко І.В.**

*Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне»,*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

## **ДО ПОБУДОВИ ПРИСКОРЕНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ**

Нові методи комплексного математично-комп'ютерного моделювання, прогнозування, оптимізації та оптимального керування є потужним інструментарієм для створення новітніх оптимально керованих складних технічних систем військового оборонного призначення. Побудова такого інструментарію системної оптимізації математичних моделей взаємодіючих підсистем та оптимального керування їх взаємодією із прогнозуванням очікуваних результатів здійснюється за допомогою алгоритмів розв'язуючих та асимптотично розв'язуючих операторів. Такі задачі оптимізованого системного моделювання і керування охоплюють, зокрема, бойові задачі оптимального керування літальними апаратами, ракетами та швидкоплинними процесами бойових операцій.

Реальні керовані системи включають зазвичай керовані підсистеми, що описуються алгебро-інтегро-диференціальними рівняннями [1-4]

$$A(x, u) \sqcup \dot{f}^0(x(t_0), u, \dot{x}(t), x(t), u(t), t), \\ \int_{D(t, u, x)} f^1(x(s), u(s), s, x(t), u(t), t) ds, q, w) = 0$$

із заданими множинами  $\Omega(x, q, w)$  допустимих керувань  $u \in \Omega(x, q, w)$ , заданими множинами  $Q(x)$  допустимих значень параметрів неповних даних  $q \in Q(x)$ , заданими множинами  $P(x)$  допустимих випадкових величин  $w \in P(x)$  та заданими множинами  $X(x, q, w)$  допустимих фазових траєкторій  $x$ . У загальному випадку оптимальне керування визначається як мінімізатор функціоналу  $F_0(x, u, t_0, T)$  (вибраного критерія оптимальності) при заданих обмеженнях  $F_i(x, u, t_0, T) \leq 0$ ,  $i = \overline{1, m}$ . Критерії оптимальності та функціонали зручно формулювати у загальному вигляді

$$F_i(x, u, t_0, T) \sqcup \max_{q \in Q(x)} \max_{w \in P(x)} E_w B_i^0(x(t_0), x(T), u, q, w, \int_{t_0}^T B_i^1(\dot{x}(t), x(t), u(t), t), \\ F_i(x, u, t_0, T) \sqcup B_i^0(x(t_0), x(T), u, \int_{t_0}^T B_i^1(\dot{x}(t), x(t), u(t), t), \\ \int_{t_0}^t B_i^2(\dot{x}(s), x(s), u(s), s, \dot{x}(t), x(t), u(t), t) ds) dt), i = \overline{0, m}.$$

Труднощі практичного обчислення оптимального керування такими нелінійними системами великої розмірності із фазовими обмеженнями та неповними даними нерідко змушують замість оптимального керування відшукувати практично допустиме керування у спрощених класах параметричних функцій, де шукані оптимальні значення параметрів вибраної функції керування обчислюються як розв'язки спрощених задач



параметричної оптимізації. З іншого боку, використання методів відшукування оптимального керування за допомогою принципу максимуму і Пі-систем пов'язане із труднощами різкого зростання розмірності оптимізаційної задачі з фазовими обмеженнями через введення додаткових невідомих функцій (функціональних множників Лагранжа), як розв'язків розширених систем із долученими спряженими системами.

Суттєвого удосконалення математично-комп'ютерного інструментарію для оптимізації таких складних керованих процесів вдається досягнути із використанням швидкозбіжних методів розв'язуючих та асимптотично розв'язуючих операторів, за якими вихідні задачі оптимального керування зводяться до послідовного розв'язання спрощених задач оптимізації керування без невідомих фазових траєкторій. Наприклад, в умовах неперервних по  $u$  функцій  $f^0, f^1, B_i^0, B_i^1, B_i^2$  із ліпшицевими похідними по фазових змінних  $x$ , в околі допустимого керування  $\bar{u} \in \Omega$  будуються незалежні від фазової змінної асимптотично-розв'язуючі оператори  $\Psi_i(u, \bar{u})$ , що задовольняють асимптотичні рівності  $F_i(x(u), u, t_0, T) = \Psi_i(u, \bar{u}) + o(\|u - \bar{u}\|)$  в околі фазової траєкторії  $x(u)$  керованої системи  $A(x, u) = 0$  і завдяки цьому покращене керування обчислюється як розв'язок спрощеної оптимізаційної задачі незалежної від фазових змінних (в умовах існування градієнтів  $\nabla_u \Psi_i(\bar{u}, \bar{u})$  для функціоналів  $\Psi_i(u, \bar{u})$  у точці  $u = \bar{u}$  існує градієнт  $\nabla_u F_i(x(u), u, t_0, T)$  по змінній  $u$  для функціонала  $F_i(x(u), u, t_0, T)$ , який обчислюється як градієнт  $\nabla_u \Psi_i(\bar{u}, \bar{u})$  і цим суттєво полегшується реалізація ітераційного алгоритму обчислення послідовності керувань, на якій мінімізується критерій оптимальності керування).

У частинному випадку задачі оптимального керування системою

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t), t), \quad t \in [t_0, T], \quad x(t_0) = x^0 \in R^n,$$

за критеріями

$$F_i(x, u, t_0, T) = \int_{t_0}^T h_i(x(t), u(t), t) dt + g_i(t_0, T, x(t_0), x(T))$$

із заданими функціями  $f, h_i : R^n \times \Omega \times R \rightarrow R^n$ ,  $g_i : R \times R \times R^n \times R^n \rightarrow R$ ,  $i = \overline{0, m}$  та шуканими початковими і термінальними значеннями фазової траєкторії та допустимих керувань  $t_0, T, x(t_0), x(T), u : [t_0, T] \rightarrow \Omega \subset R^r$ , оптимальний розв'язок  $(x^0, u^0, t_0^0, T^0)$  задовольняє узагальненому принципу максимуму, який стверджує наступне: якщо функції  $f, h_i, i = \overline{0, m}$  є неперервними разом із своїми похідними, функції  $g_i, i = \overline{0, m}$  є неперервно диференційовними, то для нетривіального розв'язку  $\psi^0(t)$ ,  $\lambda_0^0 \geq 0$ ,  $\lambda_i^0, i = \overline{0, m}$  системи

$$\begin{aligned} \frac{d\psi^0(t)}{dt} &= -\psi^0(t) f'_x(x^0(t), u^0(t), t) + \sum_{i=0}^m \lambda_i^0 h'_{ix}(x^0(t), u^0(t), t), \\ \psi^0(t_0^0) &= \sum_{i=0}^m \lambda_i^0 g'_{x(t_0)}(t_0, T, x^0(t_0), x^0(T)), \quad \psi^0(T^0) = -\sum_{i=0}^m \lambda_i^0 g'_{x(T)}(t_0, T, x^0(t_0), x^0(T)), \end{aligned}$$

значення оптимального керування  $u^0(t)$  то в кожен момент часу  $t \in [t_0, T]$  є максимізатором функції

$$\varphi(u, \psi^0(t), x^0(t), t) \sqcup (\psi^0(t), f(x^0(t), u, t)) - \sum_{i=0}^m \lambda_i^0 h_i(x^0(t), u, t).$$

Завдяки цьому керування  $\bar{u}^0$ , яке задовольняє узагальнений принцип максимуму, обчислюється в кожен момент часу  $t \in [t_0, T]$  за формулою

$$\bar{u}^0(t) \sqcup \arg \max_{u \in \Omega} \varphi(u, \psi(t), x(t), t),$$

де  $x(t), \psi(t)$  є розв'язком задачі Коші

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= f(x(t), \bar{u}^0(t), t), \quad x(\bar{t}_0) = \bar{x}, \\ \frac{d\psi(t)}{dt} &= -\psi(t) f'_x(x(t), \bar{u}^0(t), t) + \sum_{i=0}^m \lambda_i h'_{ix}(x(t), \bar{u}^0(t), t), \\ \psi(\bar{t}^0) &= \sum_{i=0}^m \bar{\lambda}_i^0 g'_{\bar{x}}(\bar{t}_0, \bar{T}, \bar{x}, \bar{x}), \end{aligned}$$

для мінімізатора  $(\bar{t}_0, \bar{T}, \bar{x}, \bar{x}, \bar{\lambda}^0, \bar{\lambda})$  функціонала

$$\bar{F}(\bar{t}_0, \bar{T}, \bar{x}, \bar{x}, \bar{\lambda}^0, \bar{\lambda}) \sqcup \|\psi(\bar{T}) - \sum_{i=0}^m \bar{\lambda}_i^0 g'_{\bar{x}}(\bar{t}_0, \bar{T}, \bar{x}, \bar{x})\|^2 + \|x(\bar{T}) - \bar{x}\|^2$$

при обмеженнях

$$\bar{t}_0 < \bar{T}, \quad \bar{\lambda}^0 \equiv (\bar{\lambda}_0^0, \bar{\lambda}_1^0, \dots, \bar{\lambda}_m^0) \geq 0, \quad \bar{\lambda} \equiv (\bar{\lambda}_0, \bar{\lambda}_1, \dots, \bar{\lambda}_m) \neq 0.$$

У випадку неопуклої множини

$$\bar{f}(x, \Omega, t) \sqcup \{v \mid v = f(x, u, t), u \in \Omega\}$$

оптимального керування  $u^0(t)$  може не існувати навіть за умов обмеженої замкнутої множини  $\Omega$  і гладких функцій  $f$ ,  $h_i, i = \overline{0, m}$  та  $g_i, i = \overline{0, m}$  із ліпшицевими похідними, проте існує і будується узагальнений оптимальний розв'язок  $\tilde{x}$  як максимізатор функціонала  $\bar{F}_0(x, t_0, T)$  на множині

$$\bar{X} \sqcup \{x \mid \frac{dx(t)}{dt} \in \text{cof}(x(t), \Omega, t), t \in [t_0, T]\}$$

при обмеженнях  $\bar{F}_i(x, t_0, T) \leq 0, i = \overline{1, m}$  для функціоналів

$$F_i(x, t_0, T) \sqcup \int_{t_0}^T h_i(x(t), t) dt + g_i(t_0, T, x(t_0), x(T)).$$

Практично важливою властивістю узагальненого оптимального розв'язку  $\tilde{x}$  є існування для кожного числа  $\varepsilon > 0$  допустимого керування  $u^\varepsilon: [t_0, T] \rightarrow \Omega \subset R^r$  та траєкторії  $x^\varepsilon$  задачі Коші

$$\frac{dx^\varepsilon(t)}{dt} = f(x^\varepsilon(t), u^\varepsilon(t), t), \quad t \in [t_0, T], \quad x^\varepsilon(t_0) = x^0 \in R^n,$$

які задовольняють нерівностям  $\bar{F}_0(x^\varepsilon, t_0, T) \geq \bar{F}_0(\tilde{x}, t_0, T) - \varepsilon, \quad \bar{F}_i(x^\varepsilon, t_0, T) \leq \varepsilon, \quad i = \overline{1, m}.$

До таких задач відносяться бойові задачі оптимального керування літальними апаратами, зокрема задачі оптимального наведення на ціль, задачі оптимального переслідування та оптимальної атаки на ворожий ЛА, задачі оптимального ухилення від ворожих ракет, задачі контрбатареїного захисту повітряних та наземних цілей тощо. У цьому напрямку розвиваються чисельні алгоритми побудови оптимального керування  $\bar{u}(t, x(t_0), \bar{x})$ , яке у мінімальний час  $t = \bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X})$  реалізує вихід траєкторії керованої системи  $\frac{dx(t)}{dt} = f(x(t), u(t))$  (літального апарату) із заданого початкового стану  $x(t_0) = x^0$  на задану траєкторію  $\bar{x}(t)$  із допустимої множини  $\bar{X} \subset R^{n_x}$ ,

$$\bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X}) = \arg \min_{u(t) \in U} t \mid t \geq t_0, x_i(t) = \bar{x}_i(t), i \in I \subset \{1, 2, \dots, n_x\}.$$

У випадку оптимального керування ракетами обчислення фазової траєкторії здійснюється за математичними моделями руху ракети, що зв'язують просторові координати, кути орієнтації, кути атаки і ковзання, сили тяги, гравітаційні сили, швидкості руху, моменти, швидкості кутового обертання, значення аеродинамічних коефіцієнтів, сил та моментів опору в атмосфері в залежності від атмосферного тиску, щільності та температури на різних висотах польоту, від температури заряду у інерційних та прив'язаних системах координат. Важливі задачі оптимального керування рухом літальних апаратів пов'язані із відшукуванням керування  $u$  в заданій множині  $U = \{u \mid g(u) \leq 0\}$ , яке максимізує ймовірність перельоту із стартової множини фазових станів  $x(t_0) \in X^0$  на задану множину фінальних станів  $x(t_f) \in X^f$  при наявності фазових обмежень  $\psi(x) \leq 0$ . Для атакуючого ЛА множина  $X^0$  визначається перетином стартової множини  $X(t_0, x(0))$  із поверхнею ризику  $\{x \mid \varphi^0(x) = 0\}$ , а множину  $X^f$  визначають фазові стани  $x(t_f)$ , для яких існує допустиме керування, що переводить керовану систему із стану  $x(t_f)$  у стан  $x(T) = x^T$  із ймовірністю  $p(x(t_f))$ . Якщо мінімізація ризику пов'язується із мінімізацією часу  $(t_f - t_0)$  перельоту із стану  $x(t_0)$  до стану  $x^T$ , то в умовах існування оптимального керування  $\bar{u}$  у відкритій множині  $\bar{X}$ , оптимальне значення  $\bar{u}(t)$  є розв'язком оптимізаційної задачі

$$\begin{aligned} \bar{u}(t) &= \arg \max_{u \in U} (q(t), f(x(t), u)), \\ \frac{dx(t)}{dt} &= f(x(t), \bar{u}(t)), \quad \frac{dq(t)}{dt} = -[f'_x(x(t), \bar{u}(t))]^T q(t), \\ x(\bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X})) &= \bar{x}(\bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X})), \quad x(t_0) = x^0 \end{aligned}$$

і отриманий за чисельним алгоритмом розв'язок  $\tilde{u}(t)$  наближеної задачі

$$\begin{aligned} \tilde{u}(t) &= \arg \max_{u \in U} (q(t), f(x(t), u)), \\ \frac{dx(t)}{dt} &= f(x(t), \tilde{u}(t)), \quad \frac{dq(t)}{dt} = -[f'_x(x(t), \tilde{u}(t))]^T q(t), \\ \|x(\bar{T}(\tilde{u}, \bar{x}, \bar{X})) - \bar{x}(\bar{T}(\tilde{u}, \bar{x}, \bar{X}))\| &\leq \varepsilon, \quad x(t_0) = x^0. \end{aligned}$$

уточнюється у околі траєкторії  $x(t)$ , обчисленої на керуванні  $\tilde{u}(t)$ , за методом розв'язуючих операторів

$$\begin{aligned} u(t) &= \tilde{u}(t) + \lambda(t)(\tilde{u}(t) - \bar{u}(t)), \quad \lambda(t) > 0, \\ \tilde{u}(t), \bar{u}(t) &= \arg \max_{u \in U} (\bar{q}(t)), f(x(t), u), \\ \frac{d\bar{q}(t)}{dt} &= -[f'_x(x(t), \bar{u}(t))]^T \bar{q}(t), \\ \bar{q}(\bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X})) &= \bar{x}(\bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X})) | -x(\bar{T}(\bar{u}, \bar{x}, \bar{X})). \end{aligned}$$

Аналогічно, для ускладнених множин

$$\begin{aligned} U &= \{u \mid g_1(x(t), u(t)) = 0, h_1(x(t), u(t)) \leq 0, \\ G(x, u) \sqcup \int_0^{t_1} g_2(x(t), u(t), \dot{u}(t)) dt &= 0, H(x, u) \sqcup \int_0^{t_1} h_2(x(t), u(t), \dot{u}(t)) dt \leq 0\} \end{aligned}$$

відшукування уточненого керування  $\tilde{u}(t)$  здійснюємо на функціях  $u(t) = \tilde{u}(t) + \lambda(t)(\tilde{u}(t) - \bar{u}(t))$ ,  $\lambda(t) > 0$ , обчислених за допомогою асимптотично розв'язуючих операторів  $b_1(u(t))$ ,  $b_2(u(t))$ ,  $B_1(u, \dot{u})$ ,  $B_2(u, \dot{u})$ , які побудовані для  $g_1(x(t), u(t))$ ,  $h_1(x(t), u(t))$ ,  $G(x, u)$ ,  $H(x, u)$  та максимізатора  $\tilde{u}(t) = \arg \max_{u \in U_1} \int_0^{t_1} (q(t)), f(x(t), u) dt$  на множинах  $U_1 \sqcup \{u \mid b_1(u(t)) = 0, b_2(u(t)) \leq 0, B_1(u, \dot{u}) = 0, B_2(u, \dot{u}) \leq 0\}$ ,  $\lambda(t) > 0$ .

Наявні ризики з'являються при наявності збурень та неповних даних, коли ймовірність досягнення заданого фазового стану  $x(T) = x^T$  стає меншою одиниці, або коли на перешкоді досягненню фінального стану  $x^T$  стає небажана зустріч у бойових операціях із керованим «ворожим об'єктом»  $\frac{dy(t)}{dt} = g(y(t), v(t))$ , що визначається рівностями  $x_i(\bar{T}) = y_i(\bar{T})$  (або нерівностями  $|x_i(\bar{T}) - y_i(\bar{T})| \leq \varepsilon$ ) на заданій множині  $i \in I$  координат  $y_i(\bar{T})$  вектора фазового стану  $y(\bar{T})$  «об'єкта-переслідувача» із допустимими керуваннями  $v(t) \in V = \{v \mid g_v(v) \leq 0\}$ .

У цьому випадку визначається екстремальне по швидкодії керування  $\bar{u}$ , яке для заданих множин  $X^0 \subset R^{n_x}$ ,  $Y^0 \subset R^{n_y}$ ,  $I \subset \{1, 2, \dots, n_x\}$ , для заданого числа  $\varepsilon > 0$ , для заданих систем

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x(t), u(t)), \quad \frac{dy(t)}{dt} = g(y(t), v(t))$$

і для заданих початкових станів  $x(t_0) \in X^0, y(t_0) \in Y^0$  забезпечує виконання нерівностей  $\forall i \in I \mid |x_i(\bar{T}) - y_i(\bar{T})| \leq \varepsilon$  у мінімаксний момент часу

$$\bar{T} = \inf_{u(\cdot) \in U} \max_{v(\cdot) \in V} T_{uv}, \quad T_{uv} = \min\{t \mid x_i(t) = y_i(t), i \in I\}.$$

Екстремальні керування  $\bar{u}(t) = \arg \max_{u \in U} (q(t)), f(x(t), u)$  будуються за розв'язками крайових задач

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x(t), \bar{u}(t)), \quad \frac{dq(t)}{dt} = -[f'_x(x(t), \bar{u}(t))]^T q(t)$$

$$\begin{aligned}\frac{dy(t)}{dt} &= g(y(t), \bar{v}(t)), \quad \frac{dw(t)}{dt} = -[g'_y(y(t), \bar{v}(t))]^T w(t), \\ \bar{v}(t) &= \arg \max_{v \in V} (w(t), g(y(t), v)), \\ \forall i \in I \quad q_i(\bar{T}) &= w_i(\bar{T}), \quad \forall i \notin I \quad q_i(\bar{T}) = w_i(\bar{T}) = 0,\end{aligned}$$

$$y(t_0) = \arg \max_{y \in Y^0} (w(t_0), y), \quad x(t_0) = \arg \max_{x \in X^0} (q(t_0), x), \quad \forall i \in I \quad x_i(\bar{T}) = y_i(\bar{T}).$$

Задачі мінімізації ризиків ускладнюються за умови заданого фінального стану  $x^T$ . У цьому випадку розв'язуються спрощені задачі матричних ігор, де мінімізація ризику досягається у змішаних стратегіях вибору оптимальних елементів  $x(t_0)$  і  $x(t_f)$  на множинах  $X^0$  та  $X^f$ .

Реалізація описаних алгоритмів вимагає використання методів чисельної побудови траєкторії ЛА із підвищеною точністю. Такі алгоритми будуються за спеціальними методами із використанням асимптотично розв'язуючих операторів підвищених порядків апроксимації.

### Список літератури

1. Андронов В.А. Алгоритм управления летательным аппаратом на конечном участке полета. Космическая техника. Ракетное вооружение. Сб. науч. – ст. – 2009. – Вып. 2 – Днепропетровск: ГП «КБ «Южное». – 227 с., с. 14 – 25.
2. Бейко І.В. Розвиток методів розв'язуючих та асимптотично-розв'язуючих операторів для побудови оптимальних та асимптотично-оптимальних математичних моделей// Вісник Київського університету. Серія: Кібернетика. – 2002. - Вип.3.- С. 10-15.
3. Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. – К.: Вища школа, 1983. –512 с.
4. Бейко И.В., Бейко М.Ф. К численному построению оптимальных управлений //Моделирование нестационарных процессов. – К.: ИМ АН УССР, 1988. – С. 173-190.
5. Зенитный ракетный комплекс “Patriot”.Многофункциональная РЛС AN/MPQ-53. Вестник ПВО. <http://pvo.guns.ru/other/usa/patriot/index 01.htm>.
6. Мирошников Противоракетная оборона США и их союзников. Сайт:[http.ru/2009/07/17/1009](http://http.ru/2009/07/17/1009). Военно-патриотический сайт «Отвага». [Otvaga 2004.ru/fotoreportashi/voyennaya-tehnika/der-patriot-eihsatz-beginnt](http://Otvaga 2004.ru/fotoreportashi/voyennaya-tehnika/der-patriot-eihsatz-beginnt).

**Андрущенко В.О.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **АДАПТАЦІЯ ГЕОНАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЮЧИХ АПАРАТАХ**

**Назва проекту:** “Адаптація геонавігаційної системи для використання в безпілотних літальних апаратах (БПЛА)”.

**Ступінь готовності:** Діючий дослідно-експериментальний зразок геонавігаційної системи на основі трикомпонентних малогабаритних інтегрованих мікромеханічних сенсорів (MEMS): твердотільних гіроскопів, магнетометрів, акселерометрів, інклінометрів. Базовий модуль виконаний в діаметрі 33 мм довжиною 400 мм.

### **Короткий опис:**

У проекті основну увагу приділено проблематиці створення автономної апаратури на основі використання малогабаритних інтегрованих мікромеханічних (MEMS) датчиків.

Вимірювальні системи інклінометричних модулів, які вже застосовуються на практиці, в основному базуються на комбінаціях трьох датчиків гравітаційного і трьох реєстраторів магнітного (ферозондового, магніторезистивного) типу. Максимальна точність вимірюваних параметрів за такої схеми складання реєструючих елементів складає  $\pm 0,1^\circ$  при вимірюванні зенітного і візирного кутів і порядку  $\pm 0,5..1^\circ$  для азимутального кута. На практиці порядок точностних характеристик нижче в кілька разів.

Вимірювальний блок створеного модуля складається з акселерометрів, магнітометрів і хвильових твердотільних гіроскопів.



а)



б)



в)

Зовнішній вигляд первинних перетворювачів інклінометра:

а) трикомпонентний магнітометр промислового виконання;

б) акселерометр - ємнісний диференційний датчик оригінального виконання;

в) хвильовий твердотільний гіроскоп - датчик кутової швидкості промислового виконання

Використання такої схеми датчиків дозволяє дублювати виміри кутових параметрів двома незалежними системами реєстрації. В якості мікромеханічного гіроскопа застосовані датчики типу CRS05-01 (Silicon Sensing).

Лабораторні дослідження та калібрування вимірювальної системи проводились на спеціальному гіроскопічному стенді. Був проведений аналіз даних контролю стабільності параметрів приладу в часі і при різних температурних режимах. Результати випробувань датчиків в умовах варіації температури дали можливість простежити відому тенденцію до дрейфу показань MEMS-пристроїв і виробити рекомендації щодо температурної стабілізації блоку гіроскопічного перетворювача.

Аналіз можливих похибок градування (як наслідок нелінійної залежності вихідного сигналу датчика від кута нахилу) і тимчасової стабільності показань гіродатчика під впливом температурних варіацій і динамічних ударних навантажень показав принципову можливість забезпечити точність визначення азимутальної орієнтації свердловини на рівні  $\pm 15^\circ$  протягом однієї години вимірювань після виходу приладу в робочий режим. Точність зенітного кута становить  $\pm 0,2^\circ$  у всьому діапазоні його вимірювань. Точність кута апсидальної орієнтації (візирного кута) залежить від значення зенітного кута і коливається в межах  $10^\circ \pm 2^\circ$ .

Необхідно відзначити, що зараз роботи в області мікромеханічних гіроскопів і акселерометрів ведуться багатьма науковими центрами в Японії, Південній Кореї, США, Росії, Швейцарії, Швеції та інших країнах. Найбільш відомими виробниками MEMS-гіроскопів є фірми "Murata", "Silicon Sensing", "STMicroelectronics", "Robert Bosch GmbH", "Tokin", "Fujitsu", "Futaba", "Hobbico", "Sensoror".

Нові тенденції у розвитку мікромеханічних компонент передбачають створення інтегрованих приладів, структуру яких становлять кілька різнотипних датчиків (прискорення, кутових параметрів, температури). Ці тенденції нами відстежуються і будуть оперативно використовуватися при модернізації існуючих модулів.

**Конкурентна привабливість розробки** — вартість навігаційного модуля вітчизняної розробки та виробництва буде в декілька разів нижчою, ніж відомі зарубіжні аналоги. Крім того апаратне та програмне забезпечення може бути за необхідності адаптоване самостійно (без участі інофірм) під нові задачі.

**Патентоспроможність розробки** — при необхідності може бути узгоджено з потенційним замовником спільне патентування ключових компонентів модулів.

**Розробники проекту:** Кафедра теоретичної та прикладної механіки, кафедра геофізики та їх науково-дослідні лабораторії.

**Анісімов А.В., Осадчий Є.О., Горбунов О.А.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **РОЛЬ ВІТЧИЗНЯНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТИЗОВАНОГО БІОМЕХАНІЧНОГО АПАРАТА-ТРАНСФОРМЕРА «ЕКЗОСКЕЛЕТОН» (ЕКС) В ПІДСИЛЕННІ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ КРАЇНИ**

### **Короткий опис**

З застосуванням потужної мобільної високоточної зброї в локальних військових конфліктах значно підвищилась роль воїна сил швидкого реагування. Як показав досвід, при певних умовах, така зброя є більш ефективною від іншої. Цьому сприяє об'єктивно існуюче обмеження на застосування зброї масового знищення в таких конфліктах. Але, професійна підготовка, озброєння та спорядження таких бійців все ще є достатньо затратними, а останні – масивними. Існує також нагальна потреба військово-польової медицини в покращенні умов виконання професійних обов'язків стоячі, ручного підняття та переміщення вантажів (наприклад, хірургам, санітарам і іншим) та прискорення процесів лікування (реабілітації) поранених з опорно-руховими порушеннями. Теж саме можна сказати і про інтендантські підрозділи і будь які інші. Тому, загальною тенденцією сучасної професійної армії є орієнтація на підсилення, в першу чергу, фізичних опорно-рухових можливостей особового складу практично всіх родів військ. Цю проблему намагаються вирішити шляхом застосування мобільних роботизованих пристроїв класу «exoskeleton» (EXS). Вони вже є в якості штатного спорядження, для підрозділів спецпризначення, в передових арміях світу. Біомеханічні EXS вперше були сертифіковані для медичного застосування саме в Україні. Завдяки трансформуючим властивостям конструкцій вітчизняні ЕКС є багатоцільовими (наприклад, можуть одночасно використовуватись і як професійні тренажери, мати індивідуальне чи багато розмірне виконання, то що). Разом з тим вони є цілком конкурентоздатними, по функціональності, до існуючих аналогів суттєво переважаючи їх за співвідношенням показника «ціна-якість» Така перевага пояснюється використанням трансформерних технологій на всіх етапах життєвого циклу ЕКС. Наприклад, модульність та відкритість архітектури конструкції ЕКС, БКЕ та можливість створення різного рівня складності конструкції (рівня гомологічності та функціональності) дозволяє оптимізувати розмір їх серійного виробництва. Разом з власними та запозиченими зовнішніми модулями вони здатні утворювати корисні гібридні конструкції. Головне, що вже існуючі БКЕ є придатними для тиражування. Вони є доступними та корисними в вирішенні перерахованих задач ЕКС. Єдине, в чому вони можуть поступатись аналогам, це ергономічність, дизайн та рівень роботизації. Розробка має високу



захищеність інтелектуальної власності (ноу-хау, патенти на винаходи, міжнародне визнання, то що), проблемно-зорієнтовану сертифікацію, з дозволом серійного виробництва, та є відкритою для розширення сфери застосування.

#### **Опис бажаного партнера.**

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), які можуть брати участь у методичному(інструктивному) забезпеченні, розробці та виробництві нових зразків БКЕ та ЕКС. Шукаємо проблемно-зацікавлених, бізнесових та промислових партнерів.

#### **Стан розробки**

Розробка виконується на факультеті кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рамках прикладної бюджетної теми. Планується продовження виконання розробки в рамках нової прикладної бюджетної теми впродовж 2015 року, та в рамках безоплатного договору про співпрацю з Інститутом озброєння МО України вздовж 2013-2016 років. Бажана участь в розробці представників механіко-математичного, хімічного, біологічного факультетів для покращення експлуатаційних параметрів БКЕ та модулів проблемно-зорієнтованих ЕКС. Результати виконання теми можуть бути, зокрема, використані при розробці ЕКС нових поколінь для розширення сфери їх можливого застосування.

**Байгер В.М., Буй Д.Б., Коляда С.В., Картунов В.І., Харченко В.С.**

*Український центр оптимальних рішень в інформатиці та зв'язку,*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,*

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

## **ПОБУДОВА СИСТЕМ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЇ І ОБ'ЄКТІВ НА ПЛАТФОРМІ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ТА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

Потреба в захисті території і об'єктів нерозривно пов'язана з життям людей та їх спільнот на різних етапах розвитку. В даний час із відомих причин ефективно вирішення такого завдання є дуже актуальним і життєво необхідним для держави Україна, її Збройних Сил, підприємств оборонно-промислового комплексу, силових міністерств і відомств, ключових галузей економіки.

Одним із необхідних елементів систем захисту території і об'єктів є засоби спостереження і виявлення сил і засобів супротивника, що несуть загрозу людям та майну на конкретних територіях і об'єктах. Сучасний стан розвитку науки і технологій дозволяє використовувати вже існуючі комп'ютеризовані системи та роботи (або в стислі терміни створювати нові системи/роботи), що здатні під керуванням людей-операторів або автономно достатньо ефективно виконувати функції спостереження і виявлення сил та засобів супротивника в реальних умовах бойових дій на сході України.

Це повідомлення присвячене обґрунтуванню практичної можливості побудови в достатньо стислий термін автоматичної комп'ютеризованої системи (робота) спостереження і виявлення на основі досягнень відеоспостереження нового покоління та безпілотної авіації.

Далі, з метою стислого донесення смислу пропозиції, спочатку буде розглянуто приклад розв'язання реальної задачі **спостереження і виявлення** на базі застосування спеціалізованих роботів. Після цього надається короткий огляд можливостей відеоспостереження нового покоління та безпілотної авіації, що дозволяють створити вказані роботи достатньо швидко за умови належного організаційного та фінансово-матеріального забезпечення.

### **Вирішення завдання спостереження та виявлення моменту створення засади супротивником**

Постановка завдання. Оперативний штаб планує маршрут проходження колони бойової техніки на території, де можлива організація засад супротивником з метою знищення колони. Необхідно протягом стислого часу (декілька годин) забезпечити можливість спостереження і виявлення сил та засобів супротивника в місцях можливої організації засад. Потрібно врахувати імовірну тактику організації засад супротивником: оперативне облаштування скритих (замаскованих) позицій для стрільби танком

(танками), забезпечення режиму повного мовчання (люди відкрито не рухаються, багаття не розводять, радіозв'язок не працює). Після виконання стрільби і ураження колони танк (танки) швидко покидає позицію.

#### Метод розв'язання завдання.

1. **Загальна ідея.** Для виконання поставленого завдання може бути використана функція автоматичної комп'ютерної відеоаналітики «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні» – це одна із функцій відеоспостереження нового покоління. Пояснення щодо змісту і роботи цієї функції, а також відповідні відеокліпи можна знайти на веб сайті УЦОПІЗ [1], фірми DVTel [www.dvtel.com](http://www.dvtel.com) або ресурсу YouTube (пошук за ключовим словом dvtel). Цю функцію має виконувати відеокамера з вбудованою відеоаналітикою. Вищезгадана відеокамера повинна розташовуватись на коптері (дроні), який має бути направлено і посаджено в підходящому місці, що дозволяє спостерігати за місцем імовірної засади. В разі появи і зупинки танку в зоні огляду відеокамери її відеоаналітика виконує функцію «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні» і передає тривогу – назву події, відеозображення і сам предмет (танк), взятий в рамку, з прив'язкою до комп'ютерної карти місцевості – на робоче місце оператора центру керування. У разі коректного конфігурування можна досягти виявлення події протягом не більше 30 секунд, рівня вірних спрацювань – не нижче 90%, рівня хибних спрацювань – не вище 1,5%.

#### **2. Загальна схема розв'язання.**

- 2.1. Оперативний штаб планує маршрут проходження колони бойової техніки, визначає можливі місця засад супротивника і місця, зручні для посадки коптера спостереження і виявлення (КСВ).
- 2.2. На кожну точку спостереження і виявлення на місцевості висилаються два коптери – один (КСВ) залишиться для постійного спостереження і виявлення, другий (допоміжний) потрібен тимчасово, на короткий проміжок часу, для конфігурування функції «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні» у відеокамері КСВ.
- 2.3. Оператор керування дистанційно саджає КСВ у належну точку на місцевості так, щоб поле зору відеокамери покривало імовірне місце засади, і підключається через веб браузер до відеокамери КСВ для конфігурування функції «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні» в полі зору цієї відеокамери (сцени).
- 2.4. Конфігурування функції «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні» потребує введення:
  - 2.4.1. Шести параметрів сцени: розміщення і розмірів 2-х відрізків на опорній площині (на поверхні землі) та 4-х вертикальних відрізків, більш-менш рівномірно розподілених по сцені (нижній кінець відрізка знаходиться на опорній площині – землі).
  - 2.4.2. Типорозміру предмету, який потрібно виявити: малий, середній, великий (враховуються розміри предмету по висоті, ширині, глибині).
  - 2.4.3. Типового бажаного часу виявлення події (5, 15 або 30 секунд).

- 2.5. Оператор керування дистанційно саджає допоміжний коптер в полі зору відеокамери КСВ і конфігурує два відрізки на опорній площині (на поверхні землі) – розміщує у вікні браузера та вводить розмір двох відрізків, що перетинаються один з одним на поверхні зображення допоміжного коптера (ці розміри відомі наперед).
  - 2.6. Оператор керування дистанційно піднімає у повітря допоміжний коптер на висоту, наприклад, 2 м у чотирьох місцях сцени, і вводить у вікні браузера зображення вертикальних відрізків (один кінець знаходиться на землі, другий – на днищі коптера).
  - 2.7. Після завершення конфігурування функції оператор керування знімає копію конфігурації функції «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні» для даного КСВ (на випадок потреби заміни поточного КСВ іншим КСВ в «бойовій» обстановці), а допоміжний коптер залишає точку спостереження і виявлення.
  - 2.8. КСВ нерухомо знаходиться на своїй позиції, підтримує дистанційний зв'язок з оператором керування, забезпечує постійну роботу відеокамери з відеоаналітикою.
  - 2.9. Після виявлення події (танк, башта танку тощо інтерпретується як великий предмет, що залишено в контрольованій зоні) КСВ передає тривожну інформацію (назву і відеозображення події із зображенням предмету, взятим в рамку) до центру керування і далі діє за регламентом (наприклад, припиняє активність і чекає команди оператора керування до повернення на базу).
  - 2.10. Якщо у КСВ енергоресурс знижується до критичного рівня, то такий КСВ завчасно має повідомити про це оператора керування і покинути свій пост, а оператор керування – направити йому на заміну новий КСВ, попередньо «заливши» у нього належну конфігурацію функції «виявлення предмету, залишеного в контрольованій зоні».
- 3. Вимоги до коптера.**
- 3.1. Здатність до дистанційної керованості оператором з точністю посадки, достатньою для роботи відеоаналітики.
  - 3.2. Наявність датчика висоти з точністю вимірювання не гірше 0,1 м.
  - 3.3. Датчик стану енергоресурсу і сам енергоресурс, достатній для перельоту туди і назад, підтримання дистанційної керованості, мінімального життєзабезпечення під час нерухомого знаходження на точці спостереження, постійної роботи відеокамери і передачі тривожної інформації (назви і відеозображення події із зображенням предмету, взятим в рамку) до центру керування.
  - 3.4. Здатність до скритності на місцевості.
  - 3.5. Здатність до обміну даними між кількома коптерами, які утворюють групу (ескадрилью) КСВ, а також керовану деградацію функцій при відмовах.
- 4. Вимоги до мережі передачі даних.**
- 4.1. Забезпечення захищеної комп'ютерної мережі передачі даних TCP/IP належної пропускну здатності.

## **5. Вимоги до захищеної комп'ютерної мережі центру керування.**

5.1. Забезпечення продуктивності і ресурсів, достатніх для роботи групи (ескадрильї) КСВ.

### **Можливості відеоспостереження нового покоління**

Відеоспостереження нового покоління (ВНП) має наступні ознаки:

- Наявність високопродуктивної надійної автоматичної комп'ютерної відеоаналітики;
- Наявність мобільних рішень:
  - Мережне мобільне робоче місце оператора відеоспостереження на базі ноутбуку / планшету / смартфона;
  - Мережна мобільна відеокамера на базі смартфона;
- Наявність інтеграції з комп'ютерними картами (геоінформаційними системами), планами місцевості і будівель, тривимірними моделями будівель;
- Наявність повнофункціональної професійної централізованої системи керування мережею відеоспостереження та відеоконтентом.

На практиці в даний час відеоспостереження нового покоління може бути реалізоване на платформі iSOC виробництва фірми DVTEL ([www.dvtel.com](http://www.dvtel.com), США) – світового лідера ВНП.

На даний час в світі вже реалізовано значний ряд функцій автоматичної комп'ютерної відео аналітики (АКВ). Практичне застосування АКВ почалося і в Україні. Постійно зростаюча кількість виробників засобів відеоспостереження заявляє про наявність АКВ в їх продукції. Між тим, ознайомлення з функціоналом АКВ різних виробників, що був практично доступним авторам, показує велику різницю в асортименті та якості такого функціоналу залежно від виробника.

Підприємство УЦОРИЗ протягом грудня 2011 – січня 2012 року організувало проведення випробувань ряду функцій АКВ виробництва фірми DVTEL в Державному центрі сертифікації засобів охоронного призначення при Департаменті Державної служби охорони при Міністерстві внутрішніх справ України. В результаті було отримано наступні загальні показники якості роботи протестованої функціональності АКВ:

- Рівень вірних спрацювань склав від 85% до 100% в залежності від конкретної функції.
- Середній рівень вірних спрацювань протестованої функціональності АКВ склав 91,64%.
- Середній рівень хибних спрацювань АКВ склав 1,39%.

Більш детальну інформацію щодо відеоспостереження нового покоління, в тому числі протокол випробувань, можна отримати на веб-сайті УЦОРИЗ [1].

## **Можливості сучасної безпілотної авіації**

Можливості КСВ можуть бути підсилені за рахунок інтеграції засобів АКВ, а також технологій хмарних обчислень і IoT (Internet of Things). Така інтеграція надає додаткові можливості для створення більш автономних, багатофункціональних, гнучких і живучих угруповань безпілотних літальних апаратів. Це, зокрема, забезпечує здатність системи продовжувати кероване функціонування з втратою частини функцій (рівня якості) внаслідок відмов і зберігати найбільш важливу інформацію завдяки використанню інтегрованої диверсної (хмарно-розподіленої) ІТ-інфраструктури.

## **Висновок**

Спеціалізовані роботи спостереження і виявлення на базі відеоспостереження нового покоління і безпілотних коптерів для систем захисту територій і об'єктів можна створити достатньо швидко за умови належного організаційного та фінансово-матеріального забезпечення.

## **Література**

1. Розділ веб сайту УЦОПІЗ [www.ucosic.com.ua](http://www.ucosic.com.ua) -> Новини/Новосту/News.

Барсуков В.З., Хоменко В.Г.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ СОЗДАНИИ ВЫСОКОЭНЕРГОЕМКИХ И МОЩНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И ГИБРИДНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Химические источники тока (ХИТ) – аккумуляторы, первичные элементы, суперконденсаторы, топливные элементы – с момента своего зарождения и до настоящего времени являются одними из ключевых элементов, эксплуатационные параметры которых определяют тактико-технические характеристики вооружения и военной техники (ВВТ).

### 1. Основные электрохимические системы аккумуляторов для ВВТ

В таблице 1 приведены сравнительные параметры электрохимических систем аккумуляторов, которые в настоящее время используются для средств ВВТ.

Таблица 1. Параметры наиболее распространенных  
электрохимических систем аккумуляторов  
[<http://www.liotech.ru/chemicalcurrentsources>]

| Технические параметры       | <b>Pb-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-<br/>PbO<sub>2</sub></b> | <b>Ni-Cd</b>    | <b>Ni-MH</b>    | <b>литий-<br/>ионные</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Плотность энергии (Вт·ч/кг) | 10 ÷ 35                                                    | 40 ÷ 60         | 40 ÷ 80         | 90 ÷ 120                 |
| Удельная мощность (Вт/кг)   | 180                                                        | 150             | 250 ÷ 1000      | 1000 ÷ 1800              |
| Количество циклов           | 200 ÷ 400                                                  | 500 ÷ 2000      | 400 ÷ 1500      | 2000 ÷ 5000              |
| Саморазряд (% в месяц)      | 15 ÷ 35                                                    | 10 ÷ 20         | 8 ÷ 15          | 2 ÷ 3                    |
| Максимальный постоянный ток | до 0,2 С                                                   | до 2 С          | до 2 С          | до 4 С                   |
| Температурный диапазон(°С)  | -20 ÷ +45                                                  | -10 ÷ +45       | -10 ÷ +40       | -60 ÷ +70                |
| Цена (\$/кВт·ч)             | 270                                                        | 290             | 500 ÷ 1000      | 600 ÷ 1200               |
| Особенности                 | наиболее распространены                                    | эффект «памяти» | выделение газов | самые современные        |

Из данных табл.1 нетрудно сделать вывод, что по всем техническим показателям литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) многократно превосходят

аккумуляторы традиционных свинцово-кислотной, никель-кадмиевой и никель-металлогидридной электрохимических систем и являются наиболее эффективными для средств ВВТ.

## 2. *Активные материалы ЛИА*

### 2.1. *Анодные материалы и наноккомпозиты*

В коммерческих вариантах ЛИА наиболее часто используют высокочистый чешуйчатый графит (99,95-99,98 %С) в качестве идеально - циклирующегося (тысячи циклов) активного материала анода (несмотря на низкую теоретическую удельную емкость 372 А·ч/кг).

Следует отметить, что в Украине имеются самые крупные в Европе месторождения природного чешуйчатого графита: Завальевское в Кировоградской области (около 100 млн. т. при среднем содержании графита 5-7%) и сравнительно недавно разведенное Бурштынское месторождение в Хмельницкой области (около 70 млн. т. при еще более высоком среднем содержании графита 8%).

В рамках выполнения программы *IPR* с Министерством энергетики США (*DOE*) и контрактов с рядом американских компаний, в КНУТД разработаны химические методы очистки природного графита до чистоты, необходимой для использования в ЛИА [1]. При наличии мощной сырьевой базы и технологии получения высокочистого графита, развитие производства ЛИА в Украине представляется весьма актуальным и целесообразным.

В работах [2, 3] также предложена и апробирована концепция создания наноккомпозитных анодных материалов «кремний (или олово) – аморфный углерод – графит». Полученные из прекурсоров наночастицы кремния равномерно распределяются в композите с частицами графита, покрываясь в ходе синтеза аморфным углеродом (который в данном случае выполняет функцию пружинящей и легко-проницаемой для ионов лития пористой оболочки). Такие композиты позволяют сгладить большие объемные изменения наночастиц кремния при заряде-разряде ЛИА и обеспечивают стабильную емкость ~ 600 А·ч/кг, что в 1.6 раза превышает теоретически возможный предел для графитового электрода.

### 2.2. *Катодные материалы ЛИА, проводящие полимерные композиты, электромагнитные и тепловые экраны*

В качестве катодных материалов в коммерческих ЛИА на сегодняшний день обычно используют литированный оксид кобальта. Этот материал достаточно токсичен и имеет высокую цену, которая почти на 50% определяет стоимость аккумулятора в целом.

В рамках выполнения ряда проектов Рамочных программ Евросоюза (FP6, FP7) в КНУТД разработаны и исследованы характеристики полуэлементов (против Li электрода) и макетов ЛИА (полная система) с различными катодными материалами (Табл. 2).



*Таблица 2. Электрохимические характеристики различных катодов при испытаниях в полуэлементах ЛИА*

| Активный материал катода              | Среднее напряжение, В | Удельная обратимая емкость в различных режимах разряда $Q_0$ , мА·ч/г |      |     |     |     | Необратимая емкость, $\Delta Q_0$ , мА·ч/г (C/20) | Потеря емкости за 100 циклов, % |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|---------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                       |                       | C/20                                                                  | C/10 | C/5 | C/2 | C   |                                                   |                                 |
| $\text{LiMn}_2\text{O}_4$             | 4,0                   | 91                                                                    | 90   | 89  | 87  | 82  | 7,6                                               | 44                              |
| $\text{LiCoO}_2$                      | 3,7                   | 138                                                                   | 127  | 112 | 105 | 93  | 7,7                                               | 23                              |
| $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ | 1,6                   | 149                                                                   | 148  | 146 | 132 | 121 | 3,0                                               | 5,0                             |
| $\text{LiFePO}_4$                     | 3,3                   | 153                                                                   | 149  | 147 | 141 | 139 | 5,0                                               | 12                              |

При разработке катодов ЛИА команда КНУТД оптимизировала электропроводные добавки путем создания полимерных композитов на основе современных углеграфитовых материалов, таких как *терморасширенный графит, графитизированная сажа, углеродные нанотрубки* и т.д. [4].

**Такие наноструктурированные проводящие полимерные композиты, вероятно, можно также использовать для экранирования средств ВВТ от инфракрасного и электромагнитного излучения, добавляя в их состав компоненты, поглощающие излучение в соответствующем диапазоне частот.**

Из табл. 2 можно сделать следующие полезные для ЛИА выводы:

1) Электроды на основе наиболее распространенного в коммерческих ЛИА литированного оксида кобальта демонстрируют достаточно высокую обратимую емкость и напряжение, приемлемую необратимую емкость (порядка 5% от обратимой емкости), умеренное снижение емкости в полуэлементах (порядка 20%), но как уже отмечалось – слишком дорогие.

2) Электроды на основе  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  имеют более высокое напряжение, но относительно низкую обратимую емкость и стабильность при циклировании. Проблема улучшения стабильности таких материалов достаточно актуальна, поскольку оксиды марганца имеют существенно более низкую себестоимость по сравнению с оксидами кобальта. Известно, что по объему залежей и добычи марганцевых руд Украина занимает одно из ведущих мест в мире (г. Марганец, Днепропетровская обл.). Таким образом, и с точки зрения сырьевых запасов катодных материалов производство ЛИА в Украине представляется весьма перспективным.

3) Электроды на основе  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  демонстрируют высокую обратимую емкость, очень хорошую стабильность при циклировании и минимальную необратимую емкость. В то же время, из-за невысокого значения редокс-потенциала применение таких электродов в ЛИА позволяет реализовать скорее 1,5 В, чем 3-5 В аккумулятор.

4) Электроды на основе  $\text{LiFePO}_4$  продемонстрировали в данной серии сравнительных экспериментов наилучший комплекс компромиссных

показателей. Кроме того, себестоимость такого природного минерала является невысокой. Его можно также производить из отходов металлургической промышленности, что также актуально для Украины. Недостатком активного материала является низкая собственная проводимость, но его можно преодолеть за счет использования нанокompозитных проводящих добавок. Таким образом, данные табл. 2 подтверждают вывод о перспективности ЛИА с положительным электродом на основе  $\text{LiFePO}_4$  и разработанными добавками.

### 3. *Высоковольтные ЛИА с повышенной энергоемкостью и экологичностью*

КНУТД проводит работы над созданием ЛИА с электродами на основе смешанных оксидов марганца и никеля  $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_z$  в качестве высоковольтного катода (около 5В) и увеличения за счет этого удельной энергии до  $\sim 200 \text{ Вт}\cdot\text{ч/кг}$  [5]. Необходимо отметить, что такие энергетические характеристики являются, вероятно, предельно достижимыми для ЛИА.

Важным технологическим направлением является также разработка водорастворимых полимерных связующих материалов для ЛИА, в связи с чем команда КНУТД изучает многочисленные технологические варианты изготовления электродов обеих полярностей с разными вариантами карбоксиметилцеллюлозы, ПВС и других связующих добавок [6]. Использование таких материалов позволит значительно улучшить экологичность технологического процесса производства ЛИА.

### 4. *Литий-воздушные (кислородные) перезаряжаемые батареи*

Принципиально новым направлением исследований является создание *перезаряжаемых литий-воздушных батарей*. Теоретическая удельная энергия таких батарей является поистине «революционной» и составляет свыше  $500 \text{ Вт}\cdot\text{ч/кг}$ , однако основным «камнем преткновения» является пока малый срок службы батарей. Для создания таких батарей необходимо преодолеть целый комплекс фундаментальных и прикладных проблем, включая подбор специальных электролитов типа *ионных жидкостей* [7], поиск недорогих и эффективных катализаторов восстановления кислорода воздуха [8, 9], и т.д. Следует отметить, вместе с тем, что для такого весьма актуального вида ВВТ как *беспилотная авиация*, может оказаться вполне достаточным и невысокий срок службы таких высокоэнергетических батарей.

### 5. *Гибридные электрохимические конденсаторы (суперконденсаторы)*

Для целого ряда ВВТ от автономных источников питания требуется не только высокая удельная энергия, но и достаточно высокая удельная мощность, способность заряжаться не часами (как аккумуляторы), а минутами. Для таких потребителей могут оказаться полезными различные варианты гибридных суперконденсаторов, сочетающих высокую мощность с приемлемой удельной энергией, в частности - литий-ионный конденсатор (ЛИК). В качестве анода в ЛИК используется такой же графитовый редокс-электрод, как в ЛИА; в качестве катода – «классический» конденсаторный электрод на основе активированного угля. В рабочем диапазоне изменения

напряжения от 4,2 до 2,0 В такой конденсатор может развить мощность до 4000 Вт/кг при сохранении удельной энергии на приемлемом уровне от 10 до 15 Вт·ч/кг. Он может использоваться в ВВТ для различной компоновки гибридных источников питания и в системах бесперебойного питания.

### *Литература*

1. Спосіб хімічної очистки графіту/ Барсуков В.З., Лисін В.І., Лихницький К.В. та ін., заявник та власник КНУТД. Патент України на корисну модель №56888, опубл. 25.01.2011, Бюл. №2; Патент України на винахід №96846, опубл. 12.12.2011, Бюл. №23.
2. Khomenko V., Barsukov V. Characterization of silicon- and carbon-based composite anodes for lithium-ion batteries // *Electrochimica Acta*. – 2007. – V. 52. – No 8. – P. 2829–2840.
3. Khomenko V., Barsukov V., Doninger J., Barsukov I. Lithium-ion batteries based on carbon-silicon-graphite composite anodes // *J. Power Sources*. – 2007. – V. 165. – No 2. – P. 598–608.
4. New carbon based materials for electrochemical energy storage systems / Eds.: I. Barsukov, Ch. Johnson, J. Doninger, V. Barsukov. NATO Science Series II: Mathematics, Physics and Chemistry. – Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. – 524 p.
5. Arbizzani C., Mastragostino M., Khomenko V., Barsukov V., et. al. Use of non-conventional electrolyte salt and additives in high-voltage graphite/LiNi<sub>0.4</sub>Mn<sub>1.6</sub>O<sub>4</sub> batteries // *Journal of Power Sources*. – 2013. – V. 238. – P. 17-20.
6. Khomenko V., Barsukov V., Senyk I. Electrochemical Properties of Advanced Anodes for Lithium-ion Batteries Based on Carboxymethylcellulose as binder // *Key Engineering Materials* – 2013. – Vol. 559. – P 49-55.
7. Balducci A., Passarini S., Barsukov V., Khomenko V., et. al. Development of safe, green and high performance ionic liquids-based batteries (ILLIBATT project) // *J. Power Sources*. – 2011. – Vol. 196. – No 22. – P. 9719-9730.
8. Khomenko V., Lykhnytskyi K., Barsukov V., Chaban V. Composite Catalysts towards Oxygen Reduction in Aqueous Solutions // *Key Engineering Materials* – 2013. – Vol. 559. – P. 57-62.
9. Khomenko V.G., Lykhnytskyi K.V., Barsukov V.Z. Oxygen reduction at the surface of polymer/carbon and polymer/carbon/spinel catalysts in aqueous solutions // *Electrochim. Acta* – 2013.- Vol. 104. – P. 391-399.

**Бедюх О.Р.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ТОНКЕ ШИРОСКОСМУГОВЕ РАДІО-ПОГЛИНАЛЬНЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ДІАПАЗОНУ**

### **Короткий опис**

Пропонуються розробка радіо-поглинальних покриттів на основі металевих плівок нанометрової товщини зі штучно створеною структурою електропровідних острівків (мета-матеріал). Перевагою покриттів є їх мала товщина і широка смуга поглинання електромагнітного випромінювання (в 2-5 разів більша ніж у сучасних аналогів при тій же товщині). Поглинальні та відбиваючі властивості покриттів пов'язані з впливом розмірних ефектів на їх резистивні властивості. Було отримано 80-90% поглинання енергії падаючого електромагнітного випромінювання в 8-мм та 3 см діапазонах довжин хвиль для покриттів, які містили тільки один шар металу з високою провідністю, заданою структурою острівків та товщиною близько 10 нм. Передбачається, що ефективність поглинання буде збільшена для покриттів, які будуть містити декілька шарів металу та після оптимізації форми та розміру острівків. Аналогічні результати очікуються і для інших діапазонів електромагнітних хвиль за рахунок слабкої частотної залежності спостережуваного ефекту. Передбачається, що загальна товщина захисного покриття не перевищуватиме 1-2 мм. Для виготовлення покриттів застосовуються методи високо-вакуумного осадження. Ці методи забезпечують прийнятну відтворюваність властивостей покриттів і забезпечують мінімальні витрати матеріалів за рахунок високого ступеню контролю параметрів процесу.

Розробка захищена патентом України №93293 та Європейським патентом EP2443914 A. Є додаткове ноу-хау.

### **Опис бажаного партнера.**

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), які беруть участь у розробці та виробництві нових систем захисту від електромагнітного випромінювання. Шукаємо промислових партнерів, зацікавлених у розробці промислових зразків покриттів.

### **Стан розробки**

Розробка виконується на факультеті радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рамках прикладної бюджетної теми. Планується продовження виконання розробки в рамках нової прикладної бюджетної теми впродовж 2015-2016 років. Бажана участь в розробці представників факультету кібернетики та механіко-математичного факультету для створення математичної моделі покриттів, яка б дала можливість проектувати покриття

із заздалегідь заданими властивостями. Передбачається розглянути математичні моделі на основі рівнянь і систем рівнянь типу Шредінгера з нелокальними умовами в напрямку розповсюдження хвиль, наявністю малих параметрів при старших похідних та малим числом співвідношення лінійних розмірів області розповсюдження хвиль. Для чисельного розв'язання досліджуваних задач будуть побудовані відповідні алгоритми на основі скінченно-різницевого методу та створене оригінальне програмне забезпечення.

Результати виконання теми можуть бути, зокрема, використані при розробці захисту від підсвічування цілей (наприклад, літаків), що зараз використовується в сучасних системах наведення зенітно-ракетних комплексів (діапазон 5-10 ГГц).

Беляев А.В., Карташов В.М., Корытцев И.В., Сидоров Г.И., Сидоров Я.Г.  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СИЛОВЫХ СТРУКТУР**

Практика действий в чрезвычайных ситуациях показывает, что сотрудники силовых структур должны точно оценивать быстро изменяющуюся обстановку, и принимать решение на применение оружия в условиях дефицита времени. Средства развитой механизации, применяемые в настоящее время в боевых тирах, уже не соответствуют требованиям гибкости и эффективности стрелковой подготовки. С целью приобретения навыков стрельбы в условиях, приближенных к боевым, в ряде стран (США, Германия, Украина, Россия) были разработаны мультимедийные стрелковые тренажеры, в которых использованы сильнейшие стороны игрового и компьютерного кино, мультимедийных компьютерных игр, учтены опыт и правила стрельбы в тирах из огнестрельного оружия, пожелания сотрудников полиции, милиции, служб безопасности и охраны, спецподразделений по борьбе с терроризмом.

Наиболее приемлемыми по цене являются тренажеры украинского и российского производства: «Ингул» (ООО «Герц» г. Кировоград), Айсберг С-300 (ICEBERG г. Москва), «Витязь» (ООО «Витязь» г. Москва).

Основными блоками этих мультимедийных тренажеров являются персональный компьютер, видеопроектор и проекционный экран. В компьютере формируются изображения мишеней либо игровые видеофильмы, в которых обыгрываются различные ситуации захвата террористами зданий, сооружений, автомобилей, самолетов и т.д., эти видеоизображения с помощью видеопроектора отображаются на проекционном экране, который представляет собой окрашенную в белый цвет стальную плиту необходимого размера (до 4 ... 5 метров) толщиной до 10 мм, по периметру которой закреплены высокочувствительные акустические датчики, подключенные проводами к специальному устройству обработки акустических сигналов, выход которого подключен к компьютеру. В результате удара пули в металлический лист в нем распространяются акустические волны, преобразуемые датчиками в электрические сигналы. Последние в соответствии с выбранным алгоритмом обрабатываются в решающем блоке устройства обработки и координаты точки попадания пули передаются в компьютер, накладываются на видеокадр, в результате чего индицируется либо поражение мишени, либо террориста, либо промах.

Недостатки таких тренажеров следующие:

1) наличие рикошета, что не позволяет тренироваться вблизи экрана, когда стрелок может чувствовать себя участником событий, имея в поле зрения только изображение на экране;

2) невозможность изготовления экрана из одного цельного листа, так как в этом случае транспортировка его в помещение тира возможна только при строительстве через потолок;

3) при монтаже экрана большого размера в помещении тира путем сварки не обеспечивается однородность материала в пределах всего экрана из-за наличия сварочных швов, что приводит к изменению времени распространения акустических волн в разных направлениях относительно расчетных величин и, следовательно, к погрешностям измерения;

4) существование остаточных акустических колебаний в металлическом экране после удара пули затрудняет обеспечение одновременной тренировки нескольких стрелков.

С целью снижения стоимости, улучшения технических и эксплуатационных характеристик мультимедийных тренажеров на кафедре радиоэлектронных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники был разработан Универсальный мультимедийный стрелковый тренажер (УМСТ), обеспечивающий стрельбу из боевого и пневматического оружия, а также оружия с лазерными вставками при неизменных комплектации тренажера и методе измерения координат точки попадания пули.

В комплект оборудования УМСТ входят: компьютер класса не ниже Pentium IV, видеопроектор, 2 видеокамеры, аудиосистема, видеоэкран с устройством прокрутки на валы, дистанционно управляемым с огневого рубежа, блок управления, акустическая система, набор соединительных кабелей, набор бронешитков для защиты оборудования от пуль, программное обеспечение, тестовый видеосюжет и видеоизображение стандартных мишеней на компакт-диске, инструкция пользователя.

По специальному заказу изготавливаются видеофильмы для стрельбы в конкретной ситуации и видеоизображения нестандартных мишеней.

Как и в ранее описанных тренажерах выбранные пользователем видеосюжеты проецируются стандартным видеопроектором на экран, но, в отличие от них, экран изготавливается из ткани со специальным покрытием.

Стрелок производит выстрел из огнестрельного оружия по экрану, в последнем образуется пробойна. Регистрация пробоин осуществляется видеокамерой высокого разрешения в инфракрасном диапазоне. Изображение пробоин оцифровывается и вводится в ПК при помощи стандартной видеокарты с функцией видеозахвата изображения. В компьютере с использованием специально разработанного программного обеспечения определяются координаты пробоины, которые далее используются для обработки результатов стрельбы.

Принцип работы тренажера при стрельбе из пневматического оружия и лазерных макетов-имитаторов стрелкового оружия с лазерными вставками мало отличается от вышерассмотренного. Отличие заключается лишь в

автоматической переустановке порогов регистрации пробойн, поскольку уменьшается размер пробойны при стрельбе из пневматического оружия, а «пробойной» при лазерных вариантах является кратковременное пятно лазерного луча на экране. Уникальным достоинством УМСТ является наличие легкоъемного экрана, что дает возможность быстрого переоборудования любого существующего тира в мультимедийный типа УМСТ.

По имеющейся информации таких комплексных возможностей не имеет ни один тренажер ни в СНГ, ни в дальнем зарубежье. Существующие мультимедийные тренажеры обеспечивают или только «лазерную стрельбу», или только стрельбу из боевого и пневматического оружия по металлическому экрану с контактными датчиками определения точки попадания.

Благодаря использованию дистанционного бесконтактного метода определения координат точки попадания пули стрельба в УМСТ возможна из любого неавтоматического или одиночными выстрелами из автоматического огнестрельного или пневматического оружия независимо от величины начальной дульной энергии пули и ее калибра. Работоспособность тренажера при стрельбе из различных типов оружия была проверена в течение пяти лет на экземпляре, установленном в стрелковом тире ООО «Бастион» (г. Харьков), в семи тренировочных комплексах в Киеве.

В УМСТ на съемном экране воспроизводится специально подготовленный видеосюжет. В случае попадания происходит переключение сценария видеофильма на ветвь, предусмотренную для попадания в конкретный объект либо в соответствующую зону поражения объекта. Количество возможных сюжетов и вариантов их развития не ограничено. По окончании видеосюжета выводится окно со стоп-кадрами для каждого выстрела с указанием точки попадания пули.

На рис. 2 представлен один из разработанных видеосюжетов «Освобождение заложников».



Рис. 2. Видеосюжет «Освобождение заложников в технотоне»



Помимо стрельбы по объектам видеосюжета УМСТ предусматривает возможность стрельбы по видеоизображениям неподвижных, появляющихся и перемещающихся стандартных мишеней.



Рис. 3. Видеомишени

В этом случае можно изменять количество появлений мишени, время нахождения мишени на экране, скорость и характер перемещения мишени, а также масштаб изображения мишени для имитации стрельбы на дальность. Места появления мишеней и траектории их перемещения могут задаваться случайным образом, что исключает возможность «привыкания» стрелка и предварительного прицеливания в точку появления мишени. Результат каждого выстрела отображается на экране в виде цветовой отметки точки попадания, видимой с линии огня. В конце упражнения выводится таблица со следующими результатами: количество очков за каждый выстрел, время между выстрелами, суммарное количество очков за все упражнение и суммарное время. Разработанное программное обеспечение позволяет осуществить быстрый выбор стрелкового упражнения либо видеосюжета благодаря удобному пользовательскому меню.

Основные достоинства УМСТ, выгодно отличающие его от аналогов:

- высокая точность определения точки попадания дистанционным электронно-оптическим бесконтактным методом (не хуже  $\pm 0,25$  % от диагонали экрана);
- промежуток между выстрелами – 0,2 с и более (для боевого тира), 0,1 с и более (для лазерного тира);
- количество одновременно обрабатываемых целей – до 4;
- количество обрабатываемых выстрелов за сеанс – до 1000;
- длительность активной фазы сеанса – не ограничено;
- быстрая установка в помещениях существующих тиров;

- использование стандартного пулеуловителя и отсутствие рикошета перед экраном;

- относительно невысокая начальная стоимость и значительная экономия средств во время эксплуатации за счет возможности использования на определенных этапах стрелковой подготовки лазерных макетов-имитаторов стрелкового оружия, либо из оружия с лазерными вставками.

По данным зарубежной печати применение лазерных стрелковых комплексов позволяет повысить показатели в стрельбе примерно на 32%, на 25-30% ускорить процесс обучения первичным стрелковым навыкам и сократить расход патронов на учебные стрельбы в 3-4 раза.

Разработанный универсальный мультимедийный стрелковый тренажер в лазерном варианте может найти широкое применение в индустрии развлечений. С этой целью разработан ряд соответствующих сюжетов: охота на зайца, кабана, утку, стендовая стрельба по тарелкам и т.д.

Таким образом, в докладе показана перспективность использования мультимедийных тренажеров в различных областях деятельности человека и описан разработанный и внедренный авторами Универсальный мультимедийный стрелковый тренажер.

#### **Патент на изобретение:**

Спосіб визначення координат точки влучення у відео мішень при навчанні стрільби та пристрій для його здійснення: Патент на винахід №95007, Україна, МПК F41G3/26/Зубков О.В., Коритцев І.В., Сідоров Г.І., Сідоров Я.Г., опубл. 25.06.2011, бюл. №12.

**Беляев А.В., Карташов В.М., Сидоров Г.И.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## **ЛАЗЕРНЫЙ СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СНАЙПЕРОВ**

Основным недостатком большинства существующих лазерных тренажеров является неполное соответствие процессу стрельбы из огнестрельного оружия на больших расстояниях вследствие таких причин:

а) под силой тяжести пуля падает вниз и это отклонение от линии прицеливания тем больше, чем меньше начальная энергия пули, которая зависит от типа оружия и патронов, и чем больше дистанция стрельбы;

б) вследствие наличия ветра на трассе стрельбы пуля сносится в направлении ветра и тем больше, чем сильнее ветер;

в) температура, давление и влажность оказывают незначительное влияние на траекторию полета пули при стрельбе на короткой дистанции, но их влиянием невозможно пренебречь на больших дистанциях.

Нами была разработана модель полета пули под влиянием вышеперечисленных факторов и разработаны алгоритм и программа введения соответствующих поправок. Технической задачей разработанной модели является обеспечение приближения технологии стрельбы с использованием лазерных имитаторов к реальным условиям стрельбы из огнестрельного оружия, с учетом величины падения пули за счет силы тяжести и сноса пули горизонтальным ветром.

Для этой задачи можно применить одну из особенностей систем с матрицей фоточувствительных элементов - относительную простоту управления рабочей зоной мишени. Задачу управления рабочей зоной применяют в случае, когда есть необходимость внесения корректировок и поправок на дополнительные внешние условия. К примеру, приближение результатов лазерных стрельб к реальным путем добавления учета поправок на расстояние и на снос пули боковым ветром.

Мишень (рис. 1) в данном случае будет представлять собой поле из приемных элементов, часть из которых может быть активизирована, формируя рабочую зону мишени. Включением и выключением определенных сегментов подобного матричного приемника можно добиться сдвига активной зоны мишени, в соответствии с необходимыми поправками.

Для проведения расчета поправок на дальность и метеоусловия необходимо обратиться к теории баллистики. Покинув канал ствола, пуля под действием пороховых газов продолжает полет к цели по инерции. При этом центр тяжести пули движется по определенной кривой линии, которая называется траекторией. Траектория внешней баллистики представляет собой кривую линию, неравномерно изогнутую под воздействием силы тяжести и силы сопротивления воздуха на летящую пулю.

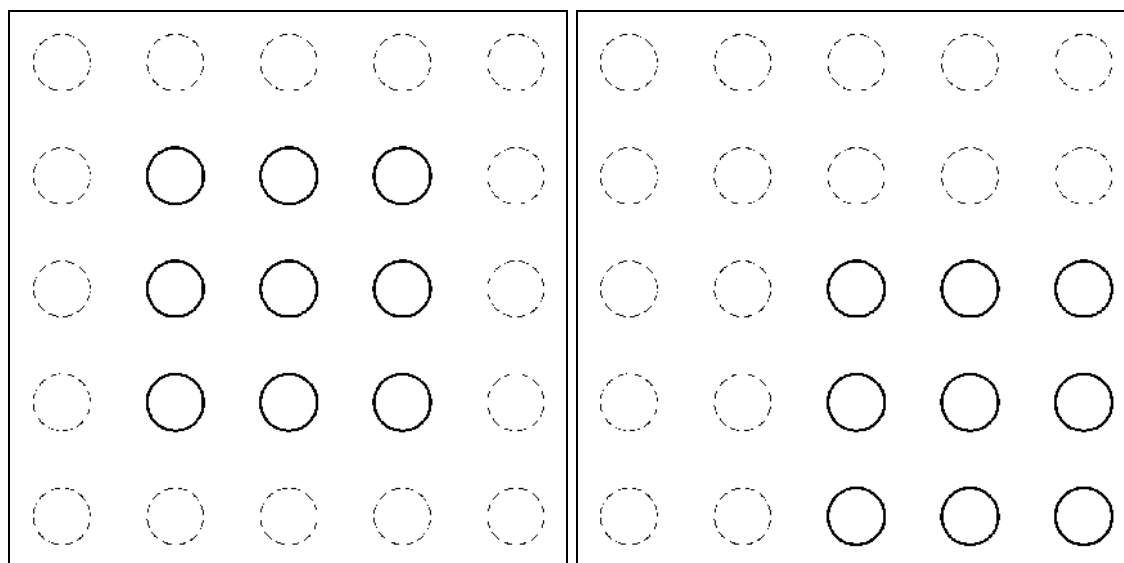


Рис. 1 – Сдвиг активной зоны мишени на основе матрицы фотоэлементов

Сила тяжести постепенно понижает траекторию пули, а сила сопротивления воздуха уменьшает скорость её движения, т. е. происходит потеря скорости.

Так, при стрельбе из винтовки калибра 7,62 мм (пуля образца 1930 г.) при угле прицеливания  $15^\circ$  и начальной скорости 800 м/с пуля – в безвоздушном пространстве – улетела бы на расстояние 32 620 м, в воздушной среде она летит на 3900 м. Сила сопротивления воздуха зависит от скорости полета пули, ее формы, массы, калибра, а также поверхности пули и плотности воздуха. С увеличением плотности воздуха, калибра и скорости сопротивление воздуха возрастает.

Для разработки простейшего баллистического калькулятора, который должен входить в блок обработки результатов, необходимо учесть следующие факторы:

1. Коэффициент лобового сопротивления. Чаще всего берется из уже существующих таблиц, иначе именуется драг-функцией, G-функцией или функцией торможения.
2. Сила тяжести.
3. Сила лобового сопротивления, зависящая от погодных условий (температура, давление).

$$F_x = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot V^2,$$

где  $C_x$  – коэффициент лобового сопротивления,  
 $\rho$  – плотность воздуха,  
 $S$  – площадь поперечного сечения пули,  
 $V$  – скорость пули.

## 4. Поправка на расстояние (рис. 2).

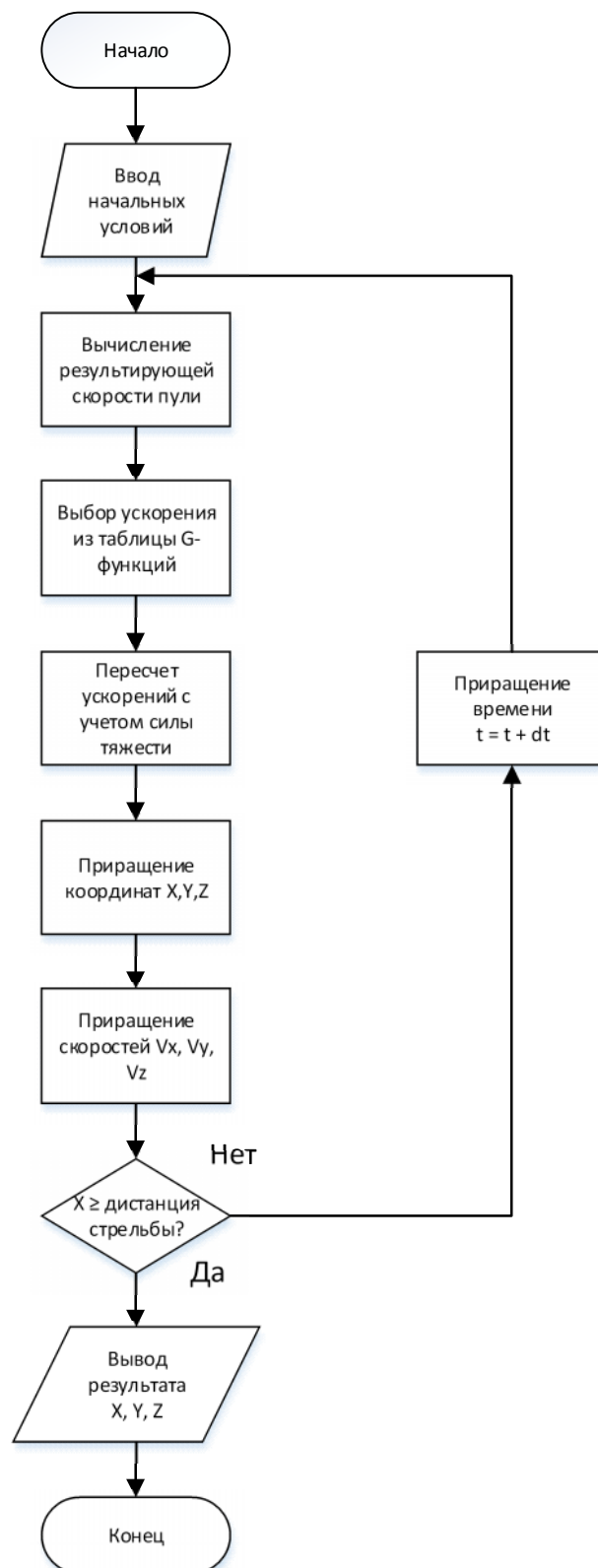


Рис. 2 – Алгоритм вычисления поправок на расстояние

Можно привести несколько результатов, полученных по вышеприведенному методу. Так, например, боковой ветер со скоростью 10 м/сек на дальности 500 м отклоняет винтовочную пулю при стрельбе из

пулеметов и винтовок на 1,7 м, а пулю патрона обр. 1943 г. при стрельбе из ручных пулеметов и автоматов — на 3,2 м от плоскости стрельбы.

Данный алгоритм применяется в разработанном модуле расчета поправок на дальность и метеоусловия и подтвержден патентом на полезную модель №83387 от 10.09.2013, в котором описан этот метод и работа системы формирования необходимых команд для блока управления мишенью.

**Берегова Т.В., Остапченко Л.І.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ПРОТИОПІКОВИЙ ЗАСІБ НА ОСНОВІ МЕЛАНІНУ**

### **Короткий опис.**

Пропонується розробка медичного призначення у вигляді протиопікового засобу на основі наночастинок меланіну. Меланін є продуктом біотехнологічного процесу. Продуцентом меланіну є чорні дріжджі *Nadsoniellanigra* штам Х-1, висіяні з вертикальних скель о. Галіндез Аргентинського архіпелагу (українська антарктична станція «Академік Вернадський»). Меланіни є високомолекулярними сполуками, що утворюються при окиснювальних перетвореннях амінокислоти тирозину. Вони характеризуються наявністю в їх структурі неспареного електрону та володіють властивостями стабільних вільних радикалів. Завдяки цієї особливості меланіни здатні нейтралізувати активні форми кисню, що утворюються в організмі при дії негативних факторів. Меланіни також приймають участь у репарації ДНК, процесах функціонування дихального ланцюга як акцептори електронів, вони є модуляторами таких важливих систем клітинного метаболізму як фото- та радіопротекція. Таким чином, меланіни виконують роль природних антиоксидантів. Враховуючи порушення про/антиоксидантного балансу та посилення запальних процесів в шкірі за умов опікових уражень та нестачу дієвих, нетоксичних протиопікових засобів вітчизняного виробництва, актуальність розробки не викликає сумніву. Більш того цикл виробництва засобу буде повністю в Україні, що сприятиме зміцненню промислового та економічного потенціалу держави.

### **Опис бажаного партнера.**

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), які беруть участь у розробці та виробництві нових основ для дерматотропних засобів. Шукаємо промислових партнерів, зацікавлених у розробці промислових зразків запропонованого дерматотропного засобу.

### **Стан розробки.**

В лабораторних умовах на щурах (в т.ч. і на моделі термічного опіку) доведено, що меланін прискорює загоєння шкіри і слизових оболонок різного ґенезу. Проведено ряд доклінічних досліджень, серед яких вивчення токсичності. Встановлено, що меланін належить до групи малотоксичних речовин (IV клас токсичності). Доведено, що меланін є найпотужнішим антиоксидантом із відомих природних засобів. Він запобігає деградації колагенових білків та посилює мікроциркуляцію. Гоєння відбувається без утворення грубих рубців.

**Березовський В.Я., Литовка І.Г., Лісуха Л.М., Левашов М.І., Янко Р.В.**  
*Відділ клінічної патофізіології Інституту фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України*

## **ЛІКВІДАЦІЯ ПОСТСТРЕСОРНИХ ТА БОЛЬОВИХ РЕАКЦІЙ МЕТОДОМ МЕДИЧНОЇ НАНОТЕХНОЛОГІЇ**

### **Вступ**

Одним з поширених наслідків воєнних акцій є розвиток постстресорної патології та синдрому хронічного болю. Спеціальними дослідженнями показано, що у постстресорному періоді виникає низка патофізіологічних реакцій організму, які проявляються у розвитку гіперглікемії, зниженні локального мозкового кровотоку, порушенні міокарду та шлункового тракту. У людини виникає загальна слабкість, швидка втомлюваність, анорексія, депресивний стан. Однією з можливих патофізіологічних причин виникнення такого стану організму вважають первинну стресорну реакцію та «стресорну гіперглікемію», яка є типовим наслідком поранень, больового шоку, психічного перенапруження у осіб, що раніше не мали проявів цукрового діабету. У попередні роки гіперглікемію розглядали як адаптивну реакцію на стрес, що сприяє підвищенню енергетичного метаболізму клітин та прискоренню відновлення фізіологічного стану організму. На відміну від цієї точки зору за останній час виявлено і негативну дію тривалої гіперглікемії, що потребує нових досліджень. Встановлено, що гіперглікемія у сполученні із інсуліно-резистентністю можуть здійснювати додаткові пошкодження, які супроводжуються поглибленням дисфункції основних фізіологічних систем. Серед таких ускладнень треба відмітити порушення кисневого транспорту, дисбаланс водно-електролітного гомеостазису за рахунок стимуляції діуреза і додаткових втрат рідини. Все це посилює розлади діяльності центральної нервової системи (ЦНС) та поведінки людини.

Попередніми дослідженнями співробітниками Інституту фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України показано, що існує можливість істотного впливу на стан ЦНС та скорочення тривалості постстресорної депресії. Такого ефекту можна досягти використанням сучасних біофізичних технологій немедикаментозної корекції пост стресорних реакцій організму. Встановлено, що періодичне дихання постраждалого нормобаричною газовою сумішшю, яка імітує склад гірського повітря, викликає в організмі позитивні зрушення. Вони полягають у істотному збільшенні капілярного кровопостачання тканин основних фізіологічних систем (ЦНС, дихальна та серцево-судинна системи, нирки), що забезпечує прискорення процесу реабілітації та повернення до фізіологічного стану здоров'я.

Для створення газових сумішей (штучного гірського повітря) використовуємо газоселективні «молекулярні сита» - полімерні плівки полі-



4-тетраметилпентену, які надають можливість сепарувати молекули атмосферного повітря, відокремлюючи струмінь азоту від струменю кисню. Заключним етапом є створення саногенної газової суміші з дозованим вмістом кисню, яка подається в дихальні шляхи пацієнта і здійснює свій вплив на кожну клітину організму [1]. Періодичне дихання такою газовою сумішшю в сучасній літературі позначається терміном «інструментальна оротерапія» (від грецького «орос»- гори) [2]. Технологія підвищення резистентності організму до несприятливих впливів середовища пройшла клінічну апробацію в багатьох клініках та затверджена МОЗ України [3].

### **Фізіологічні механізми інструментальної оротерапії**

При диханні газовими сумішами з дозованим зниження парціального тиску кисню виникає адаптивна відповідь організму внаслідок якої в крові збільшується концентрація ендорфінів та інших речовин, що зменшують чутливість больових рецепторів та виконують антиноцицептивну дію. Водночас розкриваються додаткові (плазматичні) капіляри, що збільшує локальне кровопостачання тканин. В експериментах на лабораторних тваринах було показано, що після тренування до періодичного дихання гіпоксичними газовими сумішами саногенного рівня (ГГС) кількість функціонуючих капілярів в міокарді зростає на 64 %, в печінці на 66 %, нирках на 73% а в головному мозку – на 83%. Додаткове кровопостачання клітин мозку та інших життєво важливих органів дозволяє підвищити регенераторний потенціал клітин, скоротити час відновлення фізіологічного рівня діяльності ЦНС.

Людина, яка хоч раз побувала в горах на висотах 2-3 тис м над рівнем моря, довго пам'ятає відчуття ейфорії – незвичайної легкості, внутрішнього піднесення, радісного настрою. Це відчуття з'являється внаслідок підвищення концентрації ендорфінів у крові. Водночас ці сполуки істотно зменшують больову чутливість людини, навіть при наявності виразки шлунку. Саме тому сеанси інструментальної оротерапії (дихання штучним гірським повітрям) здійснюють позитивні ефекти не тільки при болях викликаних порушенням цілісності тканин, але й при фантомних болях або проявах вторинної психосоматичної патології. Нейрогуморальні механізми відновлюючої дії інструментальної оротерапії дозволяють її використання для ліквідації широкого кола постстресорних порушень діяльності організму.

Розроблено детальні показання та протипоказання до використання інструментальної оротерапії, що наведено в літературі [4,5,6]. Обов'язковим елементом такого лікування є попереднє визначення індивідуальної чутливості особи до дії штучного гірського повітря. Тестування особи здійснюється під час першого сеансу під контролем частоти пульсу, дихання, змін артеріального тиску та ступеня оксигенації крові.

### **Фізіологічні ефекти інструментальної оротерапії (ІНО)**

Основні наслідки дії ІНО полягають у тому, що в організмі підвищується толерантність до відчуття болю, підвищується регенераторний потенціал клітин сполучної тканини, що прискорює загоєння ран. Водночас відбувається стимуляція гемопоетичної активності кісткового мозку, що особливо корисно після попередньої часткової втрати об'єму циркулюючої крові. За рахунок збільшення числа капілярів в активну функціонуючих тканинах підвищується кровопостачання головного мозку, міокарду, легень, ендокринних органів. Транскраніальна доплерографія та вимірювання швидкості кровотоку в магістральних судинах свідчать про збільшення цих показників від 10 до 37 %. Сеанси ІНО призводять до релаксації гладеньких м'язів кровоносних судин та бронхіол, здійснюють вазо і бронходилатацію. Після курсу сеансів ІНО у людини відновлюється глибокий і спокійний сон, що сприяє поліпшенню загального настрою і адекватної поведінки з оточенням.

### **Резюме**

Учасники, що зазнали травм під час антитерористичної операції потребують комбінованого лікування за допомогою медикаментозної та біофізичної (немедикаментозної) терапії. Одним з ефективних засобів останньої є використання штучного гірського повітря саногенного рівня. Інструментальна оротерапія здатна стимулювати регенераторний потенціал клітин організму, прискорювати загоєння ран, частково ч повністю знімати постстресорні розлади центральної нервової системи та усувати психосоматичні наслідки стресових реакцій.

### **Література**

1. Физиологические механизмы саногенных эффектов горного климата. К.Наукова думка. - 1988. - 224 с.
2. Березовський В.Я., Волобуєв М.І., Корольчук М.С., Машков О.А. Дихання штучним гірським повітрям як метод підвищення стійкості до умов бойової діяльності. Современные аспекты военной медицины.//Сб.науч.трудов Главн.воен.клинич.госпит./. Киев: Гл.воен.-мед.управл., 1996. – С. 56-57.
3. Березовский В.А., Левашов М.И. Введение в оротерапию. Киев: Випол.-1998.- 56 с.
4. Березовський В.Я., Горбань Є.М., Левашов М.І. Технологія підвищення резистентності організму за допомогою гіпоксітерапії. Методичні рекомендації МОЗ України, Київ. – 2000. – 23 с.
5. Березовський В.Я., Ярошенко В.Т. Системна та клітинна реактивність ЦНС до гіпоксії. Нейрофізіол., 2002, т. 34, №4, С. 411-418.
6. Березовский В.А., Природная и инструментальная оротерапия, Изд.дом «Заславский», Донецк-Киев, 2012, С. 303.

Білощицький А.О., Корченко О.Г., Михайленко В.М., Терейковський І.А., Щербіна О.А., Косюк Є.С.

Київський національний університет будівництва і архітектури

## РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ІНФРАЗВУКОВОГО УРАЖЕННЯ ЖИВОЇ СИЛИ СУПРОТИВНИКА ТА ВІЙСЬКОВИХ МАЛОЗАХИЩЕНИХ ОБ'ЄКТІВ

### **Мета розробки:**

Створення компактного, зібраного з загальнодоступних комплектуючих та низько вартісного пристрою ураження звуковою хвилею інфразвукового діапазону.

### **Підґрунтя розробки:**

1. Навіть не дуже потужний інфразвук негативно впливає на людину. Викликає сильний головний біль, нудоту, слабкість.

2. Сильне випромінювання в інфразвуковому діапазоні негативно впливає на роботу електронних схем, викликає зброї в транзисторній логіці.

3. Інфразвук слабо поглинається в навколишньому середовищі за рахунок чого розповсюджується на велику відстань.

3. Недоліки існуючих вітчизняних розробок: великі розміри, висока вартість, реалізація на застарілій елементарній базі, використання малодоступних комплектуючих.

**Пропонується для застосування з метою ураження мало захищених об'єктів: живої сили противника, безпілотних літальних апаратів, тощо.**

Під час досліджень, було спроектовано декілька варіантів пристрою спрямованого та кругового ураження з потужністю випромінювача від 20 до 800 ват. Одна із розроблених схем показана на рис. 1.

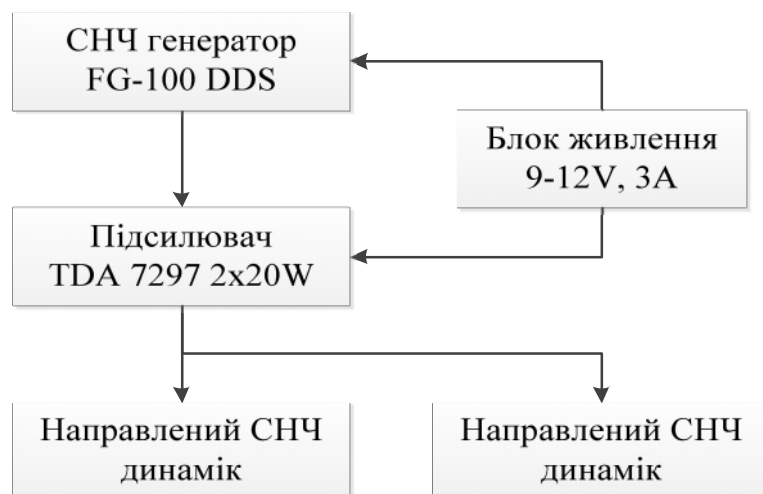


Рис. 1 Схема малопотужного інфразвукового випромінювача

**На сьогодні створено діючий пристрій з потужністю випромінювача 20 ват. Досліди підтвердили перспективність досліджень.**

Булавін Л.А., Рево С.Л.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## ГІПЕРЗВУКОВИЙ ПАЛЬНИК

Науково-технічна продукція - гіперзвуковий пальник (ГЗП) нового покоління можна буде ефективно використовувати для поновлюючого ремонту (очистки поверхні та нанесення захисних покриттів) військової техніки, зокрема, танків, забезпечення можливостей обробки як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь об'єктів складної конфігурації, в тому числі таких, що мають важкодоступні місця; здійснення за допомогою ГЗП операцій не тільки в стаціонарних, а й у польових умовах.

Активація поверхонь при дії на них абразивного струменю гіперзвукового пальника забезпечить підвищення адгезійної та когезійної міцності нанесених на поверхню, що очищають, захисних покриттів.

Порівняння з аналогами. Достатньо ефективно очищення проводять, як правило, за допомогою стаціонарних дорожніх установок високого тиску, наприклад, фірми KRANZLE (Німеччина). Стальна поверхня, оброблена за допомогою цих установок, швидко ржавіє. Крім того, перед нанесенням захисних покриттів на очищені за допомогою установок високого тиску поверхні, необхідно додатково обробляти за допомогою піскоструменевих пристроїв. При цьому адгезійна та когезійна міцність нанесених покриттів низька ( $\sigma_{ад} \leq 20 \dots 50$  МПа). Крім того, сопла піскоструминних установок, наприклад, фірми KIESS зберігають працездатність на протязі 200...300 годин, але їх вартість становить \$500 за одиницю, і вони не витримують температурних умов роботи сопел реактивного пальника навіть при одному циклі обробки. Сопла виробництва Угорщини коштують ~\$70 і працюють незмінно ~ 30 годин.

Сопла для розробленого гіперзвукового реактивного пальника коштують ~\$15 і зможуть працювати незмінно більше 240 годин. Крім того, установки - аналоги не дозволяють наносити на вироби покриття.

Крім вказаного, при використанні окремої модифікації гіперзвукового пристрою, за його допомогою можна буде достатньо швидко різати бетонні блоки та металеві конструкції при ліквідації завалів, різати природне каміння, асфальт тощо.

Гарантується якість очищення оброблених пристроєм поверхонь до ступеню не нижче  $S_a = 2,5 \dots 3$  за шведським стандартом. При цьому, при очищенні поверхонь під нанесення покриттів відпадає операція по їх знежиренню.

Бажаний партнер – УКР НДІ Цивільного захисту (Україна).

**Булавін Л.А., Рево С.Л.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **НОВИЙ ВИД ГОРЮЧОЇ СУСПЕНЗІЇ**

Науково-технічна продукція – горюча суспензія (новий тип палива) для використання в дизельних і ракетних двигунах на відміну від відомих, наприклад, [1, 2], що складаються з суміші подрібненого вугілля та води, чи вугілля з реологічною добавкою (суміші триполіфосфату натрію та сульфамеломінформальдегіду) та води, має наступні переваги:

1. При зберіганні відомих суспензій у цистернах тривалий час горючі частинки осідають у воді, а при зниженні температури оточуючого середовища можливе замерзання суспензії, що виключене для палива, яке пропонується.

2. При використанні в аналогах вугільно-водяної суспензії, в камері згорання виникає водяна пара, що реагує з частинками вугілля. Утворюється водяний газ ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ), в результаті згорання якого виникає  $\text{CO}_2$  і пара  $\text{H}_2\text{O}$ . Крім того, енергія згорання антрациту (32,6-34,8) МДж/кг, бурого вугілля – 9,3 МДж/кг [3]. При спалюванні вугільно-водяної суспензії теплота згорання знижується в 1,5-2 рази (в залежності від концентрації та сорту вугілля), чого не відбувається при використанні запропонованого палива.

3. Використання суспензії, що пропонується, не спричиняє корозії та абразивного зношування камери згорання, форсунок та труб, по яких вона перекачується, теплота її згорання складатиме (40...43) МДж/кг.

4. Висока теплота згорання запропонованого палива та гарантована седиментаційна його стійкість (не менше 6 місяців), можливість зекономити нафтопродукти завдяки значному зменшенню в суспензії концентрації керосину та лігроїну, а також додаткове використання в ньому водню, без сумніву визначає переваги палива для використання в турбінах, дизельних або ракетних двигунах.

В результаті виконання роботи буде розроблено спосіб та виготовлені зразки запропонованої суспензії, експериментально підтверджена ефективність його використання, оформлена заявка на винахід.

Бажані партнери: УКР НДІ Цивільного захисту (Україна); Інститут геохімії навколишнього середовища (Україна).

### **Джерела інформації**

1. Мурко В.І. Научные основы получения и эффективного применения водоугольных суспензий, дисс. доктора техн. наук, г.Новокузнецк, 2007, 289 с.

2. Патент UA №91147, МПК(2009)C10L 1/32 від 25.06.2010, Бюл.№12, 2010 р.

3. Енохович А.С. Короткий справочник по физике. Изд. «Высшая школа», - М., 1976.-288 с.

Галавська Л.Є., Боброва С.Ю.

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **РОЗРОБКА ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БРОНЕЖИЛЕТІВ**

У розрізі питання, що розглядається, слід дивитися правді в очі. На превеликий жаль, в Україні на противагу іншим країнам пострадянського простору, не приділялася належна увага оборонно-промислового комплексу з позиції розробки та впровадження нових наукомістких технологій.

В умовах стану неоголошеної війни та проведення антитерористичної операції на сході України необхідно звернути увагу на фінансування на державному рівні наукових розробок у сфері виготовлення засобів захисту учасників бойових дій.

Одним із таких засобів є бронежилет різного рівня захисту. Бронежилет – це комплексний захист, який повинен передбачати не лише можливість зупинити кулю, але й звести до мінімуму отримання травмування від енергії, яку віддала бронежилету куля. При цьому завдання бронежилета мінімізувати дію рикошету кулі та її фрагментів, а також надати можливість військовослужбовцю вільно рухатися та виконувати бойові задачі.

На сьогоднішній день в Україні є фірми, що займаються виготовленням бронежилетів різного рівня захисту. Однак слід зауважити, що усі фірми для пошиття бронежилетів використовують імпортні тканини. Виробництво вітчизняних балістичних текстильних матеріалів з підвищеним ступенем міцності відсутнє.

На даний час спостерігається бум застосування трикотажних полотен практично у всіх сферах життя людини: в техніці, медицині, будівництві, авто-та літакобудуванні, суднобудуванні, ракетній і космічній техніці, у якості геотекстилю та багатьох інших. Завдяки своїй еластичності трикотаж є кращим текстильним матеріалом для виготовлення бронежилетів. У процесі динамічної взаємодії балістичного трикотажу з кулею його структура проявляє свої еластичні властивості, цим самим зменшуючи енергію рикошету кулі та її фрагментів. З огляду на це, дослідження слід проводити у напрямку розробки структури трикотажу, яка дозволить мінімізувати дію кінетичної енергії кулі.

Кафедра технології трикотажного виробництва КНУТД має практичний досвід розробки трикотажних полотен підвищеної міцності для виготовлення фехтувальних костюмів. До даних полотен Міжнародною федерацією фехтування (FIE) висуваються певні вимоги з точки зору їх міцності до проколу клинком одного з видів спортивної зброї: рапіри, шпаги або шаблі. Ці полотна витримують точковий удар понад 800 Н (80 кг) та відносяться до групи полотен спеціального призначення.



У результаті ретельного аналізу полотен вітчизняних та світових виробників нами розроблена структура та досліджено особливості її виготовлення на двофонтурній круглов'язальній машині 16 класу з інтерлочним розташуванням голок. Дана структура являє собою двошарове полотно з пресовим з'єднанням шарів основними нитками. Саме двошарове переплетення дозволяє підвищити еластичність полотна з використанням нерозтяжної нитки. Для утворення лицьового шару полотна використано високомолекулярну нитку торгової марки Дупеета® лінійною густиною 400 текс та поліефірну пряжу лавсан лінійною густиною 12,5 текс, для утворення виворітного - гладку комплексну поліамідну нитку лінійною густиною 29 текс та для більшої еластичності і поліпшення частки пружної деформації полотна поліуретанову нитку лінійною густиною 2,2 текс. Основними проблемами при виготовленні даних полотен були: підбір глибини кулірування для голок циліндра і ріппшайби, що утворюють петлі, з метою урівноваження утворених шарів двошарового трикотажу; встановлення необхідної величини зіву між фонтурами; забезпечення зусилля відтягування для відведення двошарового полотна у міжфонтурний проміжок; визначення співвідношення між глибиною кулірування у системі, де в циліндрі утворювалися петлі, а в ріппшайбі з'єднувальні пресові накиди. Встановлено, що саме зміна зазначеного співвідношення значною мірою впливає на нормалізацію процесу в'язання і на розтяжність полотна.

Нитка торгової марки Дупеета® мають кращі якісні характеристики у порівнянні з пара-арамідними (кевларовими) нитками компанії DuPont, які використовуються в країнах пострадянського простору (Росії та Білорусії) для виготовлення тканин підвищеної міцності, основне призначення яких захист від колючих та ріжучих предметів. Саме механічні властивості матеріалу роблять його придатним для виготовлення засобів індивідуального бронезахисту (ЗІЗ) - бронежилетів і бронешоломів. Дослідження другої половини 1970-х років показали, що волокно марки кевлар-29 і його наступні модифікації при використанні у вигляді багатошарових тканих і пластикових (тканинополімерних) перепон показує найкраще поєднання швидкості поглинання енергії і тривалості взаємодії з ударником, забезпечуючи тим самим відносно високі, при даній масі перепони, показники протикулевої і протиосколкової стійкості. Це одне з найвідоміших застосувань кевлару.

На відміну від нитки кевлар для нитки торгової марки Дупеета® характерне наступне: при невеликій величині повної деформації розтягування велика частка пружної та еластичної складової деформації розтягування й мала частка залишкової деформації розтягування.

Розроблені полотна пройшли перевірку на міцність щодо перфоруючої дії та дії гумової кулі пневматичної зброї. Результати досліджень підтвердили достатньо високий рівень міцності розроблених полотен. Удосконалення структури переплетення у напрямку підвищення її еластичності та використання нитки більшої лінійної густини дасть змогу виготовити трикотажне полотно для бронежилетів. Необхідно також до цієї роботи залучити фахівців, які змоделюють процес динамічної взаємодії

балістичного трикотажу з кулею та нададуть рекомендації щодо деформаційних характеристик текстильного матеріалу.

Використання інноваційних еластичних трикотажних полотен підвищеної міцності дасть змогу з одного боку підвищити рівень захисту бронежилета за умови зменшення товщини захисних пластин з броньованої сталі, а з іншого зменшити силу вибухової хвилі та завдяки своїй еластичності перешкоджати виникненню уламків. Крім того, використання таких полотен дозволить зменшити вагу бронежилета, що є вагомим фактором мобільності бійця при значних фізичних навантаженнях в умовах бойових дій.

**Гарашенко Ф. Г., Верченко А. П., Пічкур В. В., Косовець М. А.**  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Державний університет телекомунікацій

## **ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРАГЕРЦОВОГО 3-D РАДАРА**

Мета технології полягає у створенні ефективних технологій виявлення об'єктів різної природи з використанням терагерцового 3D радара. Передбачається, що такі технології можуть бути застосовані в різних предметних областях, зокрема: геології, біологічних дослідженнях, під час військових операцій у випадку, коли потрібно проходити заміновані ділянки, для очищення від мін території після військових операцій, а також для уникнення терористичних операцій із застосуванням вибухових пристроїв.

Терагерцовий 3D радар складається з антени, приймально-передавального блока, системи керування, системи збору інформації, системи обробки інформації та системи візуалізації. Він дозволяє формувати і приймати сигнал складної структури. Сигнали генеруються і приймаються пристроєм на високих частотах.

Шукані об'єкти можуть бути виготовлені з різних матеріалів (метал, кераміка, пластик) і мати різну структуру. При відбиванні від поверхні сигнал змінюється в залежності від матеріалу. Ідея розробки полягає у тому, щоб за допомогою спеціальних математичних методів обробки інформації виявляти зміни сигналу, характерні для цих речовин, об'єктів чи пристроїв. Методи обробки та розпізнавання інформації будуть спиратися на оригінальні ідеї авторів з розвитку теорій структурно-параметричної оптимізації, збурення псевдоінверсних і проєкційних операторів та адаптивної апроксимації експериментальних даних.

Крім того, шукані об'єкти можуть знаходитись на великих площах, місця їх розташування не завжди доступні. У цьому випадку пропонується розміщувати радар, наприклад, на безпілотному літальному апараті. При цьому сигнали обробляються мультипроцесором у реальному часі.

Передбачається, що технічна реалізація технології буде мати зручну форму з функціями інтелектуальної системи. При необхідності радар може розміщуватись, наприклад, на безпілотних літальних апаратах. У цьому випадку можна виявляти об'єкти оперативно в реальному часі. Слід зазначити, що форма реалізації технологій має передбачати адаптивну корекцію алгоритмів їх виявлення.

Передбачається, що в результаті будуть одержані:

- експериментальний зразок, який може розглядатись як початкова реалізація технології з метою її впровадження;
- технології цифрової обробки інформації, що поступає з терагерцового 3-D радара;

- нові алгоритми розпізнавання, кластеризації, адаптивної цифрової фільтрації і структурного представлення даних з метою їх виявлення;
- технології визначення наявності речовин за допомогою радара при негаусовських шумах.

**Горбунов О.А.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ТРАНСФОРМЕРНІ ТЕНОЛОГІЇ В СКЛАДІ КОМПЛЕКСНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ У ВІЙСЬКОВІЙ МЕДИЦИНІ**

### **Короткий опис**

З метою вдосконалення управління процесом комплексної реабілітації в неврології та ортопедії з використанням трансформерного пристрою (ТП), надання допомоги лікарю і персоналу у виробленні правильних рішень, створюється система кібернетичного управління в основу, якої входять медичні інформаційні трансформерні технології (МІТТ).

МІТТ - це сукупність засобів, моделей, алгоритмів і програм, що забезпечують функціонування ТП, як самостійного пристрою, так і як невід'ємного елементу комплексної системи реабілітації, що містить бази даних про пацієнта і бази знань про управління лікувальними впливами; забезпечують супровід всього життєвого циклу ТП.

Створення МІТТ пов'язано з необхідністю оптимального управління процесом відновного лікування, досягнення найкращих результатів за рахунок ефективного використання всіх функціональних можливостей закладених в ТП. Можна відзначити, що особливістю МІТТ є те, що об'єктом управління є і ТП, і пацієнт (Па), причому і саме ТП є керуючою системою для Па. Крім того, МІТТ містить у своєму складі елементи, що володіють трансформуючими властивостями - досягнення нової мети при їх використанні за допомогою раніше невикористаних властивостей або їх комбінацій. Серед усього арсеналу методів фізичної реабілітації з відновлення рухових функцій цікаві ті, які спрямовані на відновлення ходьби (як окремий випадок відновлення рухових функцій), які застосовуються на всіх етапах лікування. Використання вбудованої функціональної стимуляції (Програмована електростимуляція нейром'язового апарату під час виконання природного руху), відкриває можливості для лікування пацієнтів з вираженими руховими порушеннями, у яких застосування електростимуляції в ходьбі неможливе або утруднене.

Розроблений за вимогами МІТТ ТП у вигляді зовнішнього антропоморфного багатофункціонального роботизованого пристрою, відомого як «Exoskeleton», відповідає цим вимогам, з метою прискорення процесів лікування (реабілітації) поранених з опорно-руховими порушеннями.

### **Опис бажаного партнера.**

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), які можуть брати участь у методичному(інструктивному) забезпеченні, розробці та виробництві нових зразків БКЕ та ЕКС. Шукаємо проблемно-зацікавлених, бізнесових та промислових партнерів

**Стан розробки**

Розробка виконується на факультеті кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рамках прикладної бюджетної теми. Планується продовження виконання розробки в рамках нової прикладної бюджетної теми впродовж 2015 року, та в рамках безоплатного договору про співпрацю з Інститутом озброєння МО України впродовж 2013-2016 років, та договір про науково-практичну співпрацю з ДУ «Інститутом травматологи та ортопедії НАМН України» (впровадження у практику інформаційної системи для реабілітації з використанням електростимуляції м'язів, діагностики та ТП).

Демченко П.І., Трахтенберг І.М., Демченко В.Ф., Козлов К.П.  
 Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
 ДУ «Інститут медицини праці Національної академії медичних наук України»

## БІОПРОФІЛАКТИКА У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Чотири основних положення визначають сутність проблеми, яка одержала в останні роки назву “біологічна профілактика” дії на організм людини потенційно токсичних хімічних речовин. Перше полягає в тому, що в результаті багаторічних експериментальних та клініко-гігієнічних спостережень як авторів цієї публікації, так і їх колег у СНД та за кордоном були одержані дані про ефективність ряду засобів індивідуальної профілактики хімічних інтоксикацій. У якій мірі можна екстраполювати ці дані з конкретних часткових питань на більш загальні методологічні проблеми універсальної значимості? З нашої точки зору не тільки можливо, а й необхідно. Тому що у цьому проявляється специфіка сучасних наукових підходів до узагальнення принципових положень на основі досліджу конкретних досліджень.

Друге положення передбачає обґрунтування принципово нових підходів до трактовки заходів індивідуальної та колективної біопротекції.

Слід погодитись з авторами монографії-дослідниками з Єкатеринбурга, які висловили думку, що хоча основні принципи біологічної профілактики є загальними для різних видів. Третє важливе положення полягає в тому, що протягом тривалого часу метою профілактичної медицини залишається усунення небезпеки професійної або екологічно зумовленої патології шляхом виключення діючого шкідливого чинника з виробничого або оточуючого середовищ. У тих випадках, коли це заздалегідь неможливо, метою стає зниження шкідливої дії до рівня, на якому б вона не викликала негативного ефекту навіть у найбільш чутливих осіб. На даному рівні розвитку економіки та техніки навряд чи можливо очікувати швидкого та повного усунення техногенних ризиків. Звідси необхідність продовження пошуків «допоміжного» зустрічного шляху профілактики, що ставить метою зниження чутливості (або підвищення резистентності) певних груп людей. При цьому маєтись на увазі, що реалізація цього шляху дозволить до такого рівню знизити чутливість (або підвищити стійкість організму) при яких ймовірність розвитку шкідливих для здоров'я наслідків буде суттєво зменшеною навіть при потенційно небезпечному рівні дії.

Четверте основне положення, органічно пов'язане з останнім, - біологічна профілактика обумовлює **тривале використання** відповідних засобів та методів впливу на великі контингенти практично здорових працюючих та населення, що висуває умови повної безпеки. Саме ця

**обов'язкова умова** відрізняє біологічну профілактику від патогенетичної терапії професійно та екологічно зумовлених захворювань.

**Короткий опис:**

Сьогодні в Україні у сфері народного господарства приблизно 7% від загальної кількості робітників працює в умовах дії шкідливих та небезпечних факторів, джерелом яких є технологічні процеси, несприятливі умови праці та сама її специфіка, наприклад, для робітників підприємств хімічної та нафтохімічної галузей.

Аналіз причин формування профзахворювань в Україні свідчить про наявність близько 140 професійних шкідливих факторів, які перевищують гранично допустимий рівень в умовах сучасного виробництва, серед них - більше 100 хімічних речовин, дія яких може відбутися поєднано.

У 1997 році Рада ЮНЕП прийшла до висновку, що необхідні дії на міжнародному рівні для зменшення ризику для здоров'я людини та оточуючого середовища, що обумовлюють 12 стійких органічних забруднювачів (СОЗ) - ПХБ, діоксини, ГХБ, гепта-хлор, ДДТ та ін. Серед пріоритетних забруднювачів в Україні велику вагу мають, перш за все, важкі метали та радіонукліди.

Зараз багатьма науковими колективами розробляються лікувально-профілактичні препарати природного походження, спрямовані на профілактику та лікування захворювань, викликаних екзогенними токсичними речовинами.

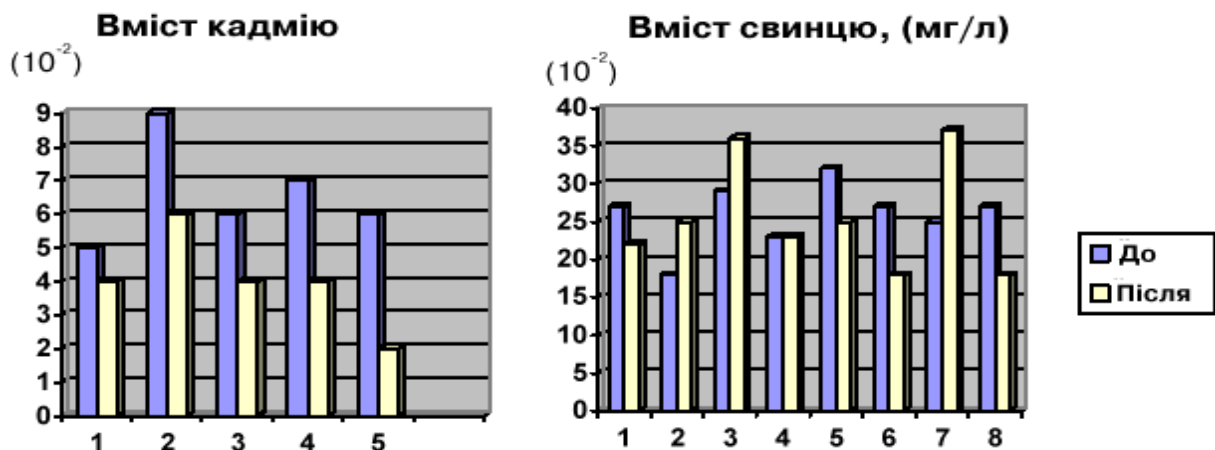


Рис. 1. Вплив пектинопрофілактики на вміст свинцю та кадмію в крові вагітних жінок.



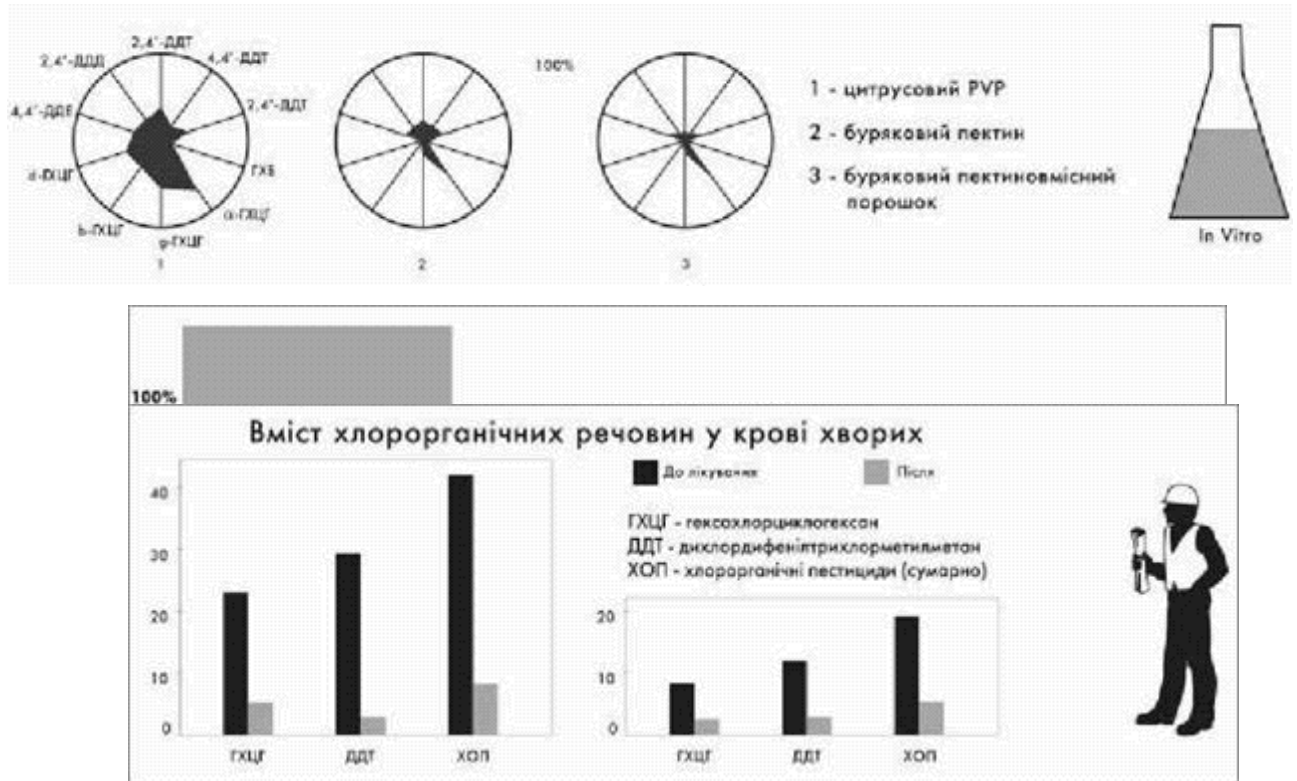


Рис.2 Ефективність пектинопрофілактики

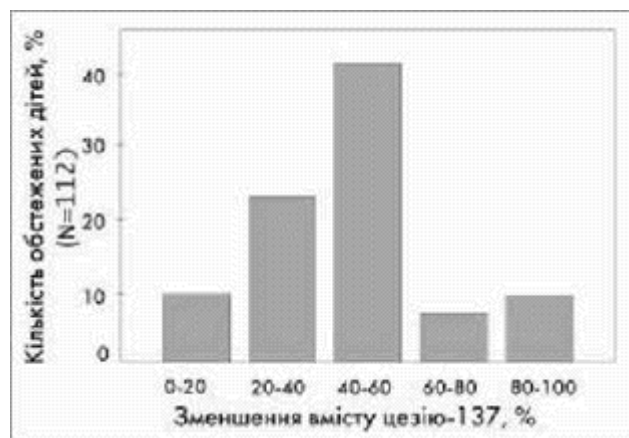


Рис. 3. Ефективність пектинопрофілактики Cs-137.

Аналіз причин формування профзахворювань в Україні свідчить про наявність близько 140 професійних шкідливих факторів, які перевищують гранично допустимий рівень в умовах сучасного виробництва, серед них - більше 100 хімічних речовин, дія яких може відбуватися поєднано.

У 1997 році Рада ЮНЕП прийшла до висновку, що необхідні дії на міжнародному рівні для зменшення ризику для здоров'я людини та оточуючого середовища, що обумовлюють 12 стійких органічних

забруднювачів (СОЗ) - ПХБ, діоксини, ГХБ, гептахлор, ДДТ та ін. Серед пріоритетних забруднювачів в Україні велику вагу мають, перш за все, важкі метали та радіонукліди.

**Конкурентна привабливість розробки.** Зараз багатьма науковими колективами розробляються лікувально-профілактичні препарати природного походження, спрямовані на профілактику та лікування захворювань, викликаних екзогенними токсичними речовинами.

Розробка універсальних профілактичних препаратів може бути вирішена шляхом створення композицій, які містять компоненти, вибірково ефективні щодо конкретного класу ксенобіотиків.

У зв'язку з цим у комплексі заходів, спрямованих на зменшення дії шкідливих хімічних речовин на організм, важливе місце може зайняти пектинопрофілактика, ефективність якої була доведена та вивчається в лабораторії промислової токсикології Інституту медицини праці АМН України на протязі більш 2 десятиріч. Також ефективність пектинопрофілактики була доведена у наших попередніх роботах для контингентів працюючих, що професійно контактують з важкими металами (ртуть, свинець, кадмій та ін.), радіонуклідами, СОЗ (наприклад, органічні розчинники, хлорпохідні, зокрема, хлорорганічні пестициди тощо), та для населення, зокрема вагітних жінок, дітей, що мешкають в регіонах, які можна віднести до зон екологічного лиха. (Рис. 2, 3, 4).

Нами створено нові композиційні пектиновітамінні препарати, що мають високу ефективність по відношенню до різних ксенобіотиків. Вивчена дія розроблених препаратів та оптимізовано їх склад.

Поєднання кількох пектинів - бурякового, яблучного, та наприклад гарбузового, що мають різні хімічні функціональні характеристики та потужний комплекс вітамінів, дозволило нам створити унікальну пектиновмісну композицію. Підготовлена згідно з чинним законо-давством нормативно-технологічна документація, затверджена МОЗ України.

Для визначення найбільш вигідної координації ліганда до металу квантовохімічними методами була вивчена взаємодія з макромолекулами ПГК. Геометричні моделі всіх лігандів були оптимізовані методом молекулярної механіки в наближенні ММ-2. Одержаний експериментальний матеріал оброблено методами хемометрики (кластерний, регресивний аналіз). Одержані дані з розподілення електронної щільності дозволяють зробити певні висновки щодо природи активних центрів макромолекул ПГК та структури комплексів з металами, що в перспективі дає можливість прогнозувати їх властивості.

**Патентноспроможність розробки.** Запатентовано отримання вихідної сировини – пектину та використання пектиновмісних композицій у медичній практиці. При необхідності може бути узгоджено з потенційним замовником спільне патентування.

Один з пектиновмісних препаратів (ТУ У 15.8-16475490.001-2001), що є спільною розробкою співавторів цього проекту - Національного університету ім. Тараса Шевченка та Інституту медицини праці АМН

України - виробляється дослідно-промисловими партіями (ТОВ "Сума технологій"); вперше на ВАТ "Вітаміни", м. Умань; Київському вітамінному заводі та застосовується в Україні та інших країнах (Росія, Білорусь). Всього на цей час вироблено понад 600 000 курсових доз, що знайшли застосування в медичній практиці.

Основним компонентом препаратів, які розроблені нами, завжди є низькоетерифікований бурякові пектин або пектиновмісний порошок, який має найбільшу ефективність у відношенні до різних ксенобіотиків. Зазначимо, що пектинопрофілактику на виробництві доцільно проводити з використанням препаратів у таблетованій або дражованій формах, що дозволяє забезпечити передбачену в законодавчих положеннях щоденну норму споживання пектину на виробництві. Вміст пектину у соках (у т.ч. соках з м'якістю) сьогодні не нормується, але доцільність цього виключати не можна; асортимент пектиновмісних продуктів бідний та вміст пектину у них невеликий, а реалізація необхідної курсової дози мармеладом чи зефіром вочевидь недоцільна («щоденна норма» мармеладу, в перерахунку на вміст пектину буде надзвичайно великою).

В умовах бойових дій та пов'язаного з ними надзвичайного екологічного стану на значній території України виникає особливий ризик хімічної небезпеки для великих контингентів військових та населення. За нашою думкою одним з найбільш ефективніших, універсальніших та доступніших шляхів вирішення проблеми мінімізації фатальних для здоров'я впливів важких металів, числених викидів забруднюючих речовин та продуктів згорання матеріалів різного походження може стати індивідуальна біопротекція, а саме - пектинопрофілактика.

Сировинна база, розроблені технології одержання пектинових речовин та композиційних препаратів на їх основ, затвержена НТД, методична документи та широкий досвід застосування - все це створює основу для подальшого розвитку пектинопрофілактики в ситуації, що склалася в Україні.

**Дубок В.А., Слободяник М.С., Затовський І.В.**

*Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **БІОАКТИВНІ КЕРАМІЧНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ПРИ ПОРАНЕННЯХ, ТРАВМАХ, ХВОРОБАХ**

### **Пропонується:**

на першому етапі - організація виробництва у необхідних для військових шпиталів кількостях синтетичних біоактивних керамічних матеріалів для заповнення дефектів кісток і повного відновлення кісткової тканини - біоактивних кальцій-фосфатних керамік, біоактивних стекел і ситалів і композитів на їх основі (біоактивних композитів СИНТЕКІСТЬ), які дозволені для застосування у медичній практиці в Україні (Свідоцтво про державну реєстрацію №3653) і успішно використовуються для повного відновлення кісткової тканини в місцях дефектів, спричинених травмами, видаленням пухлин, хворобами. Одночасно - удосконалення розроблених лабораторних технологій і впровадження в клінічну практику і військову хірургію комплексу матеріалів, які успішно проходять зараз випробування на експериментальних тваринах, - біоактивних цементів, бетонів, золь-гель біоактивних стекел і ситалів, неорганічних композитів і композитів з біоактивними полімерами для малоінвазивної хірургії, скріплення уламків кісток, заповнення складних дефектів лікування інфікованих кісток і інших ускладнених випадків відновлення кісткової тканини. На наступному етапі – завершення розробки і впровадження у клінічну практику повного комплексу модифікованих неорганічних біоактивних матеріалів для відновлення уражених кісток і одночасного вирішення інших проблем - доставки і локального вивільнення ліків для подолання супутніх травм, поранень і захворювань, створення депо мікроелементів для корекції їх гомеостазу в організмі, а також в якості неорганічних бактерицидних, біостимулюючих і імунотропних препаратів.

Повний комплекс біоактивних керамічних композитів, що пропонується, включає в себе:

1) Всі типи біоактивних кальційфосфатних керамік, біоактивні стекла, біоактивні ситали, композити з перелічених фаз, золь-гель варіанти перелічених матеріалів, порошки, гранули, блоки, модельні імпланти з цих матеріалів;

2) Біоактивні цементи – сучасні широко вживані матеріали для малоінвазивної хірургії при травмах кісток, заповнення складних дефектів, скріплення уламків кісток та інших використань,

3) Біоактивні бетони, вспінені біобетони, функціоналізовані і складнолеговані біоактивні кераміки;

4) Цементи, бетони та композити на основі біоактивних керамік з біополімерами для лікування складних травм і спрямованого регулювання процесів регенерації кісткової тканини;

5) Біоактивні керамічні наноструктуровані покриття на металічних, керамічних, скляних та інших типах імплантатів, що використовуються при відновленні втрачених елементів і функцій кісткового апарату людини, операціях на хребті, черепі, скріпленні уламків кісток тощо. Такі покриття значно покращують біосумісність імплантатів і гарантують біохімічне зрощення їх поверхні з кістковою тканиною, прискорення одужання і відновлення фізіологічних функцій пацієнтів. Покриття наносяться методом газодинамічного осадження і можуть бути виготовлені будь-якої товщини і з будь-яких перелічених біоактивних неорганічних матеріалів та композитів, або з довільної комбінації цих матеріалів між собою або з біоінертними керамічними матеріалами, в тому числі при використанні таких компонентів, які активно взаємодіють між собою при високотемпературних методах нанесення покриттів, причому гарантується збереження хімічного складу і структури всіх елементів покриття, найвища біосумісність, відсутність негативних реакцій на покриття. Покриття можна наносити на поверхні довільної кривизни, різьбові поверхні, їх механічні властивості дозволяють також значне деформування виробів без порушення покриття.

За властивостями всі перелічені хірургічні матеріали знаходяться на рівні кращих закордонних аналогів, або перевершують їх, або не мають зарубіжних аналогів. Ефективність навіть перших варіантів цих матеріалів, які розроблені раніше і мають дозвіл на клінічне застосування, доведена сотнями операцій в різних галузях кісткової хірургії. Вартість всіх матеріалів у 8 -20 разів менша закордонних аналогів.

Всі технологічні розробки виконані на рівні ноу-хау, є 5 патентів України на застосування створених матеріалів в різних галузях кісткової хірургії.

#### **Опис бажаного партнера.**

Опис партнерів – описані розробки виконані і надалі виконуватимуться у співдружності Національного університету ім. Тараса Шевченка і кількох інститутів Національної академії наук – Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича, Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є.Лашкарьова, Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення і Інституту металофізики ім. Г.В.Курдюмова. Виробництво дозволених до медичного застосування матеріалів організовано ТОВ «Імплант».

**Желтоножська Т.Б., Пермякова Н.М., Максін В.І., Кравченко О.О.**  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Національний університет біоресурсів на природокористування України*

## **СВІТЛОСТІЙКИ БІОЦИДНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ТРИВАЛОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПЕРЕВ'ЯЗОЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ОДЯГУ**

Розроблені водорозчинні світло- та термостійкі біоцидні препарати широкого спектру антибактеріальної, антимікробної та антигрибкової дії на основі полімер/неорганічних композиційних матеріалів для обробки і тривалого знезараження різноманітних перев'язочних матеріалів (бинтів, марлі, серветок, пластирів тощо), хірургічних ниток, а також білизни та одягу для запобігання розмноженню патогенної транзитної мікрофлори в умовах тривалої відсутності гігієнічних умов.

Препарати складаються з біосумісних і нетоксичних для клітин людини компонентів, містять полімер та неорганічні наночастинки сферичної морфології розміром до 9 нм і є стабільними у часі та стійкими до дії сонячного світла протягом як мінімум 1 року. Вони демонструють високу термостабільність (до 180 °С у твердому стані) і високу бактерицидну активність проти 650 бактерій, грибів та вірусів. Водні розчини препаратів зберігають антибактеріальну антимікробну та антигрибкову дію до низьких концентрацій ( $\sim 6 \cdot 10^{-6}$  мг/л),

Біоцидні полімер/неорганічні препарати характеризуються високою адгезією до перев'язочних матеріалів та тканин різної природи. Будучи нанесені на поверхню тканин, вони утворюють тонкий бактерицидний шар, який втрачає водорозчинність (але набухає у воді) при певній термічній обробці. Завдяки низькій в'язкості водних розчинів, розроблені полімер/неорганічні біоцидні препарати можуть використовуватись у вигляді спрею для антибактеріальної обробки білизни, одягу, військового камуфляжу тощо.

**Заболотний М. А., Давиденко М. О.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **БАГАТОШАРОВЕ ПЛІВКОВЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВІДБИТТЯ СВІТЛА**

Пропонується реалізація розробки по створенню тонких багатошарових плівкових покриттів на полімерній основі з використанням нанокompозитів для зменшення відбиття електромагнітних хвиль оптичного діапазону та корекції індикатриси розсіювання світла.

Метою роботи було зменшення можливості індикації та ціленаведення за допомогою оптичних радарів при визначенні координат великогабаритних об'єктів та механізмів.

В результаті виконання робіт було проведено відповідні дослідження та створено зразки (24\*36 мм) з трьохшаровою плівкою на основі полімерних сполук нанесених на металізований струмопровідний шар, розміщений на недеформовану скляну підкладку. Товщина полімерного покриття була в межах 3 – 5 мкм. Зміна оптичної густини шарів забезпечувалася зміною концентрації сенсibiliзуючих домішок. Оптична густина шарів зростала при віддаленні від вільної поверхні. На вільній поверхні створювалася хаотична деформація за рахунок нанесення поверхневого електричного заряду та наступного підігріву до температури плавлення. Нанесення покриттів забезпечувало зменшення коефіцієнту відбиття на 30 – 40 % (в залежності від довжини світлової хвилі). Оптичні виміри проводилася на базі заводу Арсенал (м.Київ).

Дослідження є розвитком робіт хоздоговірних тем Київського національного університету імені Тараса Шевченка 1989 – 1991 роках з інститутом Медико – біологічних проблем та об'єднанням Астрофізика (м. Москва).

Продовження робіт може бути реалізовано за участю співробітників фізичного та хімічного факультетів на протязі 2015 – 2016 років для визначення оптимальних середовищ для створення багатошарових плівок з градієнтами оптичної густини , коефіцієнтів поглинання.а також для вимірів коефіцієнтів відбиття.

Заболотний М.А., Давиденко М.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОГЛИНУТОЇ ДОЗИ РАДІОАКТИВНОГО ОПРОМІНЕННЯ МЕТАЛЕВИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ ДОПОМОГОЮ ПОРТАТИВНОЇ АПАРАТУРИ**

Розробка відноситься до виміру величини густини поглинутих доз радіоактивного опромінення металами і може бути використаний для визначення поглинутої дози радіації. Металеві вироби відіграють суттєву роль при створенні конструкцій, які використовуються або можуть опинитися при радіаційному опроміненні. Прикладами таких виробів є елементи атомних електростанцій, космічних апаратів, військові механізми. Специфіка використання цих виробів ставить високі вимоги до їх надійності функціонування в реальних умовах експлуатації. Під впливом радіаційного опромінення в металах та їх сплавах виникають структурні дефекти, поява яких приводить до суттєвої зміни їхніх властивостей.

Найбільш розповсюджені методи виміру поглинутих доз опромінення побудовані на використанні газорозрядних або сцинтиляційних лічильників, іонізаційних камер, люмінісцентних, напівпровідникових чи фотографічних детекторів [1]. На борту орбітальної станції "Мир" для оперативного контролю за радіаційним станом використовувалась дозиметрична апаратура Р - 16, робота якої базувалась на використанні іонізаційного способу [2]. Такий спосіб має високу точність вимірів  $\sim 5\%$ . Недоліком цього способу є те, що він інформує про певну ефективну поглинуту дозу, яка вимірюється за використання модельного (газового) середовища, і не враховує особливості взаємодії (поглинання, перевипромінення) високоенергетичних частинок з конкретним металом. Крім того, за допомогою таких вимірів принципово не можна врахувати вплив радіаційно обумовлених змін матеріалу на характеристики його поглинальної здібності. Аналогічні переваги і недоліки характерні для останніх доробок дозиметричної апаратури [3], які є іншими конструктивними реалізаціями іонізаційного способу.

Альтернативним до описаного є калориметричний спосіб виміру дози радіоактивного опромінення. Він базується на вимірах приросту температури зразка, що знаходиться в колориметрі, обумовленого дією поглинутої енергії, величина якої визначається дозою поглинутого речовиною зразка радіоактивного опромінення. Недоліками такого способу є неможливість врахування зміни властивостей металу під радіаційним опроміненням (теплоємності, коефіцієнтів поглинання складових опромінення) та складність апаратури, обумовлена необхідністю використання проточних калориметрів.

Нами було розроблено та апробовано метод [4] визначення дози поглинутої радіації в конструкціях з металів та їх сплавів, що базується на



використанні реєстрації радіаційно стимульованих змін структури металу та використанні голографічної інтерферометрії на основі полімерних термопластичних середовищ.

Блок – схема установки для вимірювань представлена на рисунку1.

Тут (1) – зразок, (2) – блок п'єзокварців, (3) - генератор змінних напруг, (4) – приймач ультразвукових сигналів, (5) - двохпроменевий осцилограф, (6) – свердлильний прилад, (7) – лазер, (8) – оптичний блок поділу променя лазера і формування шляху вторинних оптичних променів, (9) – відеокамера, (10) – компютер з програмою розшифровки інтерферограф

Використання запропонованої схеми дозволяє фіксувати деформації поверхні металевих виробів обумовлені радіаційним опроміненням, що не перевищують половину довжини світлової хвилі.

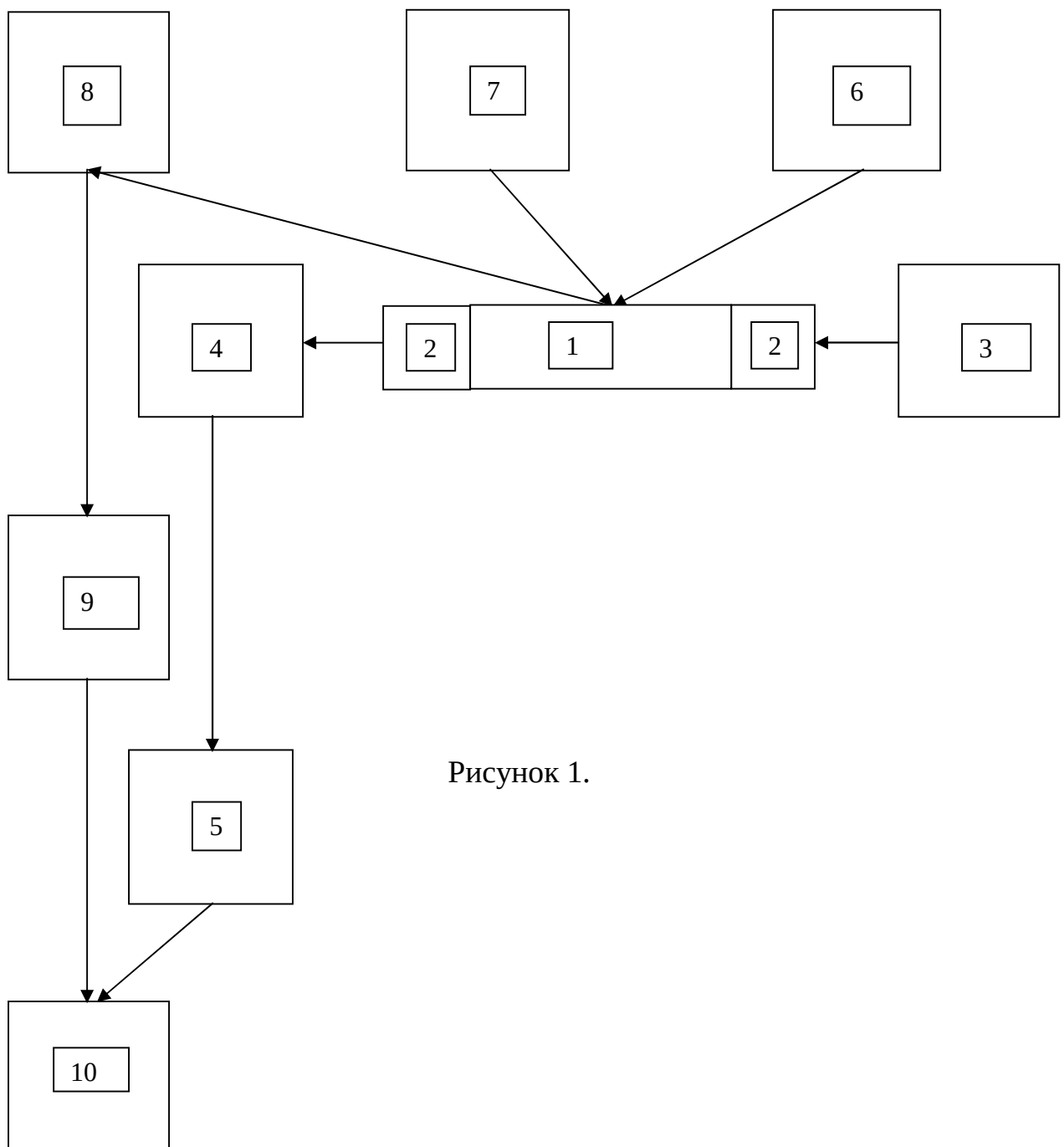


Рисунок 1.

Продовження робіт може бути реалізовано за участю співробітників фізичного та хімічного факультетів на протязі 2015 – 2016 років для врахування впливу характеристик матеріалу опромінюваного виробу на чутливості вимірювань оптимізацію параметрів вимірювальної апаратури.

### Література

1. Иванов В.И. Курс дозиметрии, Москва, Энергоатомиздат, 1988.
2. Кузнецов Н.В., Ныммик Р.А., Панасюк М.И. и др. Регистрация и прогнозирование поглощенных доз радиации от потоков солнечных протонов на борту орбитальных станций, Космич. Исслед. 42, 3, 211-218. 2004.
3. Дозиметры - радиометры МКС- 01СА. Государственный реестр средств измерения Российской федерации. №33063 - 08, 2008.
4. Заболотний М.А., ін. винахід "Спосіб визначення поглинутої дози радіоактивного опомнення металами", патент №98078, від 10.04.2012
5. Давиденко Н. А., та ін.. Голографические регистрирующие среды на основе систем с внутри и межмолекулярным переносом заряда, Химия высоких энергий, 2005, том 39. № 4, с. 297 – 306

Завадський О.А.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## ЕФЕКТИВНИЙ ЗАХИСТ ВІД ПЕРЕШКОД У СИСТЕМАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

### Короткий опис

Однією з основних проблем радіозв'язку в польових умовах є захист каналів зв'язку від втручання й прослуховування та від природних і створюваних противником радіоперешкод. Для рішення другої проблеми застосовується завадостійке кодування. Сутність його полягає в тому, що в інформаційне повідомлення на вході каналу зв'язку вноситься надлишкова інформація, яка дає змогу відновити повідомлення на виході каналу навіть якщо під час передавання воно було викривлено внаслідок накладання шуму. Перетворення вхідного повідомлення називається кодуванням, а зворотне перетворення – декодуванням. Одними з найпоширеніших у системах радіозв'язку є так звані згорткові коди, що набули популярності насамперед через простоту реалізації. Їхня ефективність, однак, може бути значно підвищена. Прикладом більш ефективних кодів є розроблені протягом останніх 2 десятиліть Турбо-коди та LDPC-коди, які, однак, значно складніші в реалізації.

### Опис бажаного партнера.

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), які можуть брати участь у методичному (інструктивному) забезпеченні, апаратній реалізації методів завадостійкого кодування у пристроях зв'язку.

### Стан розробки

Нашим колективом розроблено методи завадостійкого кодування, які суттєво ефективніші за згорткові коди, однак не є складнішими з точки зору можливої практичної реалізації. Розроблені нами методи мають такі переваги.

- **Суттєве підвищення ефективності відомих і широко вживаних на практиці згорткових кодів.** Зокрема, ймовірність помилки в біті прийнятого повідомлення  $10^{-4}$  у разі застосування нашого коду досягається за рівня шуму в каналі на 0,7 Дб вищого, ніж у разі використання коду NASA, який є стандартом для мобільного зв'язку GSM та багатьох інших систем.

- **Незначні додаткові витрати часу на кодування й декодування.** Так, для досягнення переваги над кодом NASA в 0,7 Дб часову складність декодування потрібно збільшити лише менш ніж на 2 % у середньому. Кодування завжди здійснюється практично без додаткових часових витрат.

- **Відсутність проблем з правовласністю.** Для використання розроблених нами методів і алгоритмів не потрібно придбавати жодних

патентів і ліцензій, вони є винятково авторськими розробками, у яких не застосовуються винаходи, запатентовані іноземними правовласниками.

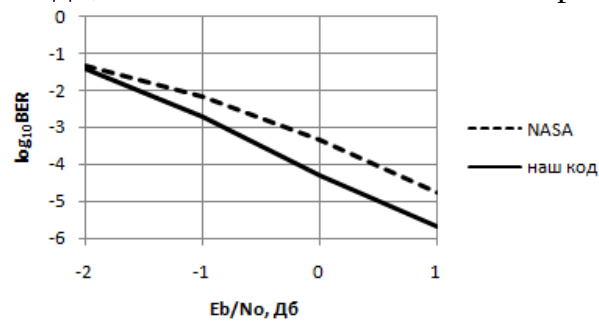


Рис. 1. Порівняння ефективності розробленого нами коду та коду NASA

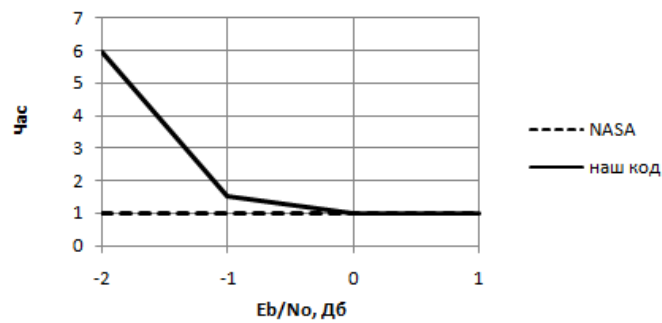


Рис. 2. Порівняння часової складності декодування розробленого нами коду та коду NASA

**Ильченко М.Е., Кравчук С.А., Нарытник Т.Н.; Слюсар В.И.; Проценко В.О., Марьенко А.В.; Ивашкевич В.Г.**

*НИИ телекоммуникаций Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»,*

*Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины,*

*ОАО «Меридиан» им. С.П. Корольова;*

*Институт программных систем НАН Украины*

## **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПОРТАТИВНОЙ ТРОПОСФЕРНОЙ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ СВЯЗИ В ИНТЕРЕСАХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ**

*Аннотация - Представлены научно-технические, технологические решения построения конкурентоспособных портативных станций тропосферной связи нового поколения в диапазоне частот 4,4-5,0 ГГц с максимальной пропускной способностью до 2,048 Мбит/с. Показано, что такие станции могут быть использованы в современных боевых действиях для удовлетворения потребностей Вооруженных Сил Украины в больших объемах передаваемой информации при обеспечении повышенной разведзащищенности и защищенности*

### **Введение**

Тропосферной связи присущи ряд уникальных свойств связанных с возможностью реализации загоризонтной связи [1, 2], которые обеспечивают ей достойное место среди других видов радиосвязи: радиорелейной, спутниковой, мобильной сотовой и др. В настоящее время интерес к тропосферной связи возрастает не смотря на то, что скорость передачи информации в тропосферной линии ограничивается порядка 10 Мбит/с, а энергопотенциал линии стандартного интервала должен быть значительно большим по сравнению с радиорелейными линиями прямой видимости. Ранее считалось, что значительный энергопотенциал линии через биологическую опасность [3] ограничивает использование тропосферной связи. Поэтому тропосферная связь использовалась в основном на протяженных линиях связи в малонаселенных местах. Большую популярность малогабаритные тропосферные средства связи (ТСС) в диапазоне частот 4,4-5,0 ГГц находят в военных системах управления. К преимуществам относительно военного использования следует отнести следующие свойства тропосферной связи:

1. Возможность построения прямых линий связи на расстояниях до 70-200 км, т.е. между основными и тыловыми командными пунктами бригад и корпусов, а также с командными пунктами отдельных батальонов.
2. Возможность построения опорной линии связи, линии привязки командных пунктов и др.
3. Повышенная разведзащищенность и защищенность от прицельных

помех благодаря значительной пространственной избирательности излучения

4. Независимость качества линий от погоды, высотных ядерных взрывов, других дестабилизирующих факторов, которые влияют на другие виды связи.

### **Основные тенденции тропосферных станций**

В современных боевых действиях и в период чрезвычайных ситуаций существенно возрастает роль ТСС с повышенной пропускной способностью для удовлетворения потребностей войск в больших объемах передаваемой информации.

Основными недостатками существующих ТСС связи являются: отсутствие портативных и малогабаритных решений; низкая пропускная способность станций тропосферной связи (СТС) и большое время развертывания.

В рамках предлагаемой авторами концепции создания тропосферных станций нового поколения тактического звена управления предусматривается иметь два типа СТС: малогабаритный вариант (для обеспечения связи на уровне «бригада-бригада», «бригада-корпус») и портативный (переносной) вариант (связь на уровне «рота-батальон», «батальон-бригада»).

Аналогами малогабаритного варианта (СТС) могут служить мобильные комплексы спутниковой связи военного и гражданского назначения, а в качестве аналогов портативного (переносного) варианта СТС переносные станции радиорелейной или спутниковой связи, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Варианты переносных терминалов радиорелейной и спутниковой связи

### **Основные требования к характеристикам тропосферных станций**

Основные концептуальные требования к характеристикам малогабаритного варианта СТС (бригадное звено) могут быть сформулированы следующим образом.

Требуемая из опыта боевых действий дальность устойчивой связи СТС должна составлять 70-150 км (уточняется согласно тактическим нормативам). Максимальную пропускную способность следует задать на уровне не менее 32 Мбит/с, учитывая необходимость высокоскоростного обмена видеоинформацией формата Full HD и цифровыми фотоснимками местности, полученными одновременно от нескольких разведывательных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), рейдовых разведгрупп или других источников. Оптимальная численность экипажа с учетом обеспечения посменной его работы - 2 чел. (оператор, водитель), при этом важным условием является наличие комфортных мест для работы и отдыха. Время развертывания (свертывания) СТС на позиции –15 мин и время, отводимое на вхождение в связь, – не более 2 мин.

Конструктивное исполнение малогабаритной СТС должно предусматривать: модульность ее построения с возможностью создания в перспективе комбинированной станции тропосферной и спутниковой связи (на основе двух коммутируемых трансиверов с общей антенной); наличие защищенного радиодоступа к каналам связи, а также реализацию режима связи с существующим парком СТС.

В отношении портативного (переносного) варианта СТС предлагается две модификации выполнения. Модификация № 1 предназначена для обеспечения связи на уровне «батальон-батальон», а также для обмена данными в звене «подразделение спецопераций – штаб». Вес комплекта изделия ограничивается на уровне 50 кг, возможности транспортировки должны предусматривать перевозку или переноску СТС в рюкзаке одним человеком. Данная модификация ориентирована, прежде всего, на сеансную работу, что под силу обеспечить одному оператору. Диаметр антенны в развернутом виде - до 1,25 м.

Модификация № 2 портативного (переносного) варианта СТС предназначена для эксплуатации в звене «батальон-бригада». Вес комплекта СТС данной модификации может быть увеличен до 70 кг с необходимостью его транспортировки. Диаметр антенны в развернутом состоянии может быть увеличен до 1,5 м. Дальность связи (уточняется согласно тактическим нормативам) для модификации № 1 закладывается не превышающей 70 км, а для модификации № 2 - до 90 км. Максимальная (пиковая) пропускная способность должна быть до 32 Мбит/с. Время развертывания (свертывания) –15мин, временные затраты на вхождение в связь не должны превышать 2 мин.

### **Ключевые технологии для создания тропосферных станций нового поколения**

Для обеспечения выполнения перечисленных требований к СТС нового

поколения при их разработке следует использовать такие ключевые технологии[4,5], как:

- дополнительное стробирование (децимация) отсчетов АЦП совмещенное с квадратурной (I/Q) демодуляцией;
- кодированное ортогональное частотное дискретное мультиплексирование (COFDM) с адаптацией к уровню поднесущих (COFDMA);
- многоуровневая модуляция MQAM, MPSK;
- кодированное неортогональное частотное дискретное мультиплексирование (CN-OFDM) с адаптацией к уровню поднесущих (CN-OFDMA);
- цифровое формирование луча на основе цифровых антенных решеток (ЦАР);

Реализация указанных технологий может выполняться поэтапно, в зависимости от финансирования разработок.

Для выбора вычислительной платформы, обеспечения необходимых схемотехнических решений сформулированы основные требования к создаваемой аппаратуре, а именно: низкая себестоимость оборудования; обеспечение необходимых характеристик надежности; продолжительный жизненный цикл; защита от электромагнитных помех; обеспечение теплового баланса в жестких условиях эксплуатации.

Спроектированная на этой основе портативная станция тропосферной связи нового поколения представлена на рис. 2.



Рис.2. Портативная станция тропосферной связи нового поколения

В состав станции входят: антенно-поворотное устройство с пультом дистанционного управления; блок приемо-передающий; модемное устройство с пультом служебной связи; комплект соединительных кабелей; блок питания; источники автономного питания (электрогенератор переменного тока, аккумуляторная батарея).

Станция обеспечивает:

- диапазон рабочих частот - 4,4 ... 5,0 ГГц, в том числе: нижний поддиапазон - 4435....4555 ГГц; верхний поддиапазон - 4630....4750 ГГц.
- передачу цифрового потока на скорости до 2048 кбит/с (коэффициент битовых ошибок не хуже  $10^{-4}$ ) на дальность до 70 км .



- следующее количество и тип каналов ввода/вывода: цифровой поток E1 по стыку G.703; Ethernet 100 BASE-TX - RJ45-IP67.

- время развертывания и вхождения в связь не более 15 мин.

- выходную мощность передатчика на антенном фланце не более 100Вт.

- встроенную систему функционального контроля без излучения в эфир.

Антенно-поворотное устройство обеспечивает следующую юстировку антенны: по азимуту в пределах  $\pm 25$  град. и по углу места - в пределах  $\pm 15$  град.

Управление станцией осуществляется дистанционно на удалении не менее 50м. При этом обеспечиваются следующие операции: включение-выключение составных частей станции; установка режимов работы изделия (контроль функционирования, боевая работа) ; управление юстировкой антенны.

Электропитание изделия осуществляется от сети переменного тока напряжением  $(220\pm 22)$  с частотой  $(50\pm 1)$  Гц или от источников автономного питания: электрогенератора переменного тока напряжением 220В, частотой 50Гц или аккумуляторной батареи.

### **Заключение**

Предложенные научно-технические, технологические решения построения конкурентоспособных портативных станций тропосферной связи нового поколения в диапазоне частот 4,4-5,0 ГГц с пропускной способностью до 2,048 Мбит/с могут быть использованы в современных боевых действиях для удовлетворения потребностей Вооруженных Сил Украины в больших объемах передаваемой информации при обеспечении повышенной разведзащищенности и защищенности от прицельных помех. В перспективе на этой основе предполагается разработка комбинированной станции тропосферной и спутниковой связи. При создании перспективных ТСС предпочтение следует отдавать методам пространственно-временного кодирования сигналов, а также применению COFDM сигналов, которые в отличие от классических методов частотного уплотнения нуждаются в меньшей эффективной ширине спектра сигналов.

Вперше в Україні для тактичної ланки військових систем управління буде створена портативна тропосферна радіорелейна станція нового покоління в діапазоні робочих частот 4,4 ... 5,0 ГГц на рівні кращих зарубіжних зразків, основними характеристиками якої є наступні:

- підвищена розвідзащищеність та стійкість до дії прицільних завад;
- висока швидкість (на першому етапі до 2 Мбіт/с), достовірність передачі інформації;
- наявність інтелектуальної адаптації по частоті та кодуванню з використанням багатокритеріальних оцінок стану каналу зв'язку;
- використання каналних еквалайзерів, які працюють як в частотній, так і часовій області;

- можливість роботи на закритих трасах протяжністю до 70-150 км, так і в умовах прямої видимості;
- малий час (до 15 хвилин) розгортання і входження у зв'язок;
- гранично мала маса на рівні 30 кг;
- екологічна безпечність за рахунок досягнутого низького рівня (до 100 Вт) вихідної потужності передавача.

#### Литература

1. Нарытник Т.Н., Волков В.В., Уткин Ю.В. Радиорелейные и тропосферные системы передачи. Учебное пособие// Изд-во „Основа”, К: 2008, 696с.
2. Мацков А.А., Серов В.В., Чернобельский Л.И. Перспективы использования линий загоризонтной связи”, // Электросвязь, №8, 2006, с.33-38.
3. Ильченко М.Е., Нарытник Т.Н. Микроволновые телекоммуникацион-ные технологии и биологическая безопасность// Наука и культура, №35, 2010.- С.17-39.
4. Слюсар В.І., Масесов М.О. Ідеологія побудови перспективних тропосферних (радіорелейних) станцій спеціального призначення.// Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2010. – Вип. 2. - С. 114 -120. - [http://www.slyusar.kiev.ua/VITI\\_02\\_2010.pdf](http://www.slyusar.kiev.ua/VITI_02_2010.pdf).
5. Войтенко А.Г., Кайденко Н.Н., Кравчук С.А., Нарытник Т.Н. Проектирование модема современных тропосферных радиорелейных станций// Материалы 23-ой Международной Крымской конференции КрыМиКо2013.-с. 326-327.

**Кабанов О.В. Берегова Т.В.**

Навчально-науковий центр «Інститут біології» Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка

**ЛІКУВАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ  
МОТОРИКИ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ У ХВОРИХ ІЗ  
ЗАКРЕПАМИ, АТОНІЄЮ, ПАРЕЗАМИ, ПАРАЛІЧЕМ**

### Короткий опис.

Порушення моторної функції шлунково-кишкового тракту лежить в основі патогенезу багатьох захворювань (гастро-езофагальна рефлюксна хвороба, виразкова хвороба шлунка, синдром подразненого кишечника, закріп, діарея та ін.) та часто супроводжує хвороби, не пов'язані з шлунково-кишковим трактом (інсульт, інфаркт, діабет та ін.). Порушення моторики кишечника є актуальною проблемою при військових діях, адже паралічі в результаті поранень, надмірне нервово напруження призводять до моторної дисфункції травного тракту. Бактеріальна токсемія, інтоксикація черевної порожнини можуть призводити до парезу кишечника. Також порушення моторики шлунково-кишкового тракту розвиваються у більшості лежачих хворих та тих, що перенесли оперативні втручання на органах черевної порожнини. При невідновленні моторики розвивається параліч кишечника, що часто є причиною летальних наслідків. В зв'язку з цим, діагностика та лікування порушень моторики травного тракту є актуальною проблемою, яка потребує розробки нових підходів для вирішення зазначеної проблеми.

Нами розроблено програмно-апаратний комплекс, який дозволяє реєструвати та при необхідності стимулювати моторику. Використання в складі комплексу системи для реєстрації моторики та комп'ютерний аналіз за допомогою розроблених програм дозволяє об'єктивно оцінити ефективність пневмобалонної стимуляції та призначеного лікування фармакологічними препаратами.

Для вирішення зазначеної мети у проєкті вперше в медичній практиці буде використаний метод пневмобалонної стимуляції, на який отримано авторське свідоцтво № 97094798. Розробка захищена патентами № 68194А, № 8664 та № 7542. Лікування післяопераційних парезів та інших захворювань моторної функції шлунково-кишкового тракту буде здійснюватися шляхом механоподразнень закінчень парасимпатичних нервів кишечника згідно зі спеціально розробленою методикою.

## Опис бажаного партнера.

Тип бажаного партнера – організації з досвідом розроблення комплекту конструкторської документації. Шукаємо медичні заклади, у яких будуть проведені медичні випробування, в результаті яких будуть отримані протоколи медичних випробувань та розроблені методичні рекомендації по медичному використанню комплексу, щодозволить отримати свідоцтво про

Державну реєстрацію, який надає дозвіл на застосування виробу в медичній практиці та запровадження його у виробництво.

### **Стан розробки.**

Розробка виконується в Навчально-науковому центрі «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. На сьогодні розроблений та створений лабораторний зразок програмно-апаратного комплексу для комп'ютерної діагностики та стимуляції органів шлунково-кишкового тракту, який характеризується сполученням діагностичної та терапевтичної складових функцій, що дозволяє:

- проводити аналіз моторики органів травного тракту, що забезпечує об'єктивний підхід до призначення виду та об'єму терапевтичного лікування чи оперативного втручання;
- перед- та післяопераційні дослідження стану моторної функції шлунково-кишкового тракту у хворих з метою профілактики післяопераційних парезів та їх лікування;
- своєчасно виявляти симптоми у пацієнтів, які характерні для післяопераційних ускладнень та ефективно відтворювати моторно-евакуаторну функцію шлунково-кишкового тракту;
- об'єктивно оцінювати вплив різноманітних медикаментозних засобів на моторно-евакуаторну функцію шлунково-кишкового тракту та адекватно коригувати їх дозування і тривалість застосування;
- курсове лікування хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, пов'язаних з порушеннями його моторики (діабетичний гастропарез, вроджені міопатії, невиразкова диспепсія, синдром подразненого кишечника, гіпер- та гіпомотильнігастроудоденостази, хронічні закрепи, закрепи як геріатрична проблема та ін.) в стаціонарах, амбулаторно та в санаторних закладах гастроентерологічного профілю;
- експериментальні дослідження механізмів нейро-гуморальної регуляції моторно-евакуаторної функції шлунково-кишкового тракту з метою розкриття патогенетичних механізмів різних захворювань шлунково-кишкового тракту, в основі яких є порушення його моторики;
- з урахуванням розробленого програмного забезпечення проводити всі роботи в автоматизованому режимі;
- профілактичні обстеження військових з метою запобігання розвитку стійкого патологічного процесу.

Внаслідок виконання роботи буде створена наступна науко-технічна продукція: виготовлені дослідні зразки, розроблений комплект конструкторської документації, проведені приймальні технічні випробування (протоколи технічних випробувань та акт приймання), медичні випробування (протоколи медичних випробувань), розроблені та затверджені технічні умови, розроблені методичні рекомендації по медичному використанню комплексу, буде отримано свідоцтво про Державну реєстрацію, що надає дозвіл на застосування виробу в медичній практиці та запровадження його у виробництво. Виконання робіт по розробці, створенню та запровадженню лікувально-діагностичного комплексу у виробництво буде виконуватись у

відповідності з вимогами ДСТУ 3627 «Вироби медичні розроблення і  
запровадження у виробництво».

**Кизимчук О.П., Мельник Л.М., Голікова О.Я.**

*Київський національний університет технологій та дизайну;  
ТОВ «Торговий дім АЛКОМ»*

## **УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕДИЧНИЙ ТРИКОТАЖ**

Формування в текстильній промисловості такого напрямку, як створення виробів медичного призначення, не можна недооцінити або переоцінити. Успіхи в цій сфері дали змогу просунути медицину вперед, запобігти хворобам, зберегти здоров'я людей, повернути їх до активної діяльності. Для виготовлення виробів медичного призначення використовують плетені, ткані, в'язані та неткані текстильні матеріали. Найперспективнішим способом виробництва є в'язальний, оскільки вирізняється вигідними техніко-економічними показниками та якістю продукції. Крім того, цей спосіб, завдяки зміні щільності в'язання, виду переплетення, сировинного складу дає можливість в широких межах змінювати властивості виробів, а також забезпечує добре прилягання за формою поверхні.

На кафедрі трикотажного виробництва Київського національного університету технологій та дизайну у співробітництві з ТОВ «Торговий дім АЛКОМ» проводяться роботи з розробки в'язаних полотен, які можуть використовуватися в широкому спектрі медичних еластичних виробів (рис.1) від бинтів до фіксуючих пов'язок та ортезів.

Класифікація медичних еластичних виробів відбувається за конструкцією, призначенням та ступенем компресії. За конструкцією ці вироби поділяють на: еластичні бинти, еластичні бандажі, пов'язки для фіксування суглобів, компресійний одяг та високо еластичні компресійні панчішно-шкарпеткові вироби. За призначенням еластичні медичні вироби поділяють на три види: фіксуючі, профілактичні та лікувальні; а за ступенем компресії на п'ять класів від нульового до четвертого.

Еластичні бинти застосовують для терапії опорно-рухова системи, лікування судинних хвороб, фіксування пов'язок. Бинти можуть бути трубчасті та стрічкові, які в свою чергу мають три модифікації: малої, середньої та високої розтяжності. Бинти високої розтяжності (не менше 150%) використовують в післяопераційному періоді з метою гемостазу та надійного фіксування. Для забезпечення оптимального терапевтичного компресійного режиму необхідні матеріали, які забезпечують високий робочий тиск при низькому тиску спокою тобто бинти низької (30-100%) та середньої (100-150%) розтяжності.

Еластичні бандажі, компресійний одяг та пов'язки для фіксування суглобів випускають як без вставок, так і з спеціальними вставками – ребрами жорсткості для підтримування та корегування компресії. Невід'ємною частиною таких виробів є еластичні полотна, які мають достатню розтяжність та високу частку пружних деформацій.



Рис.1. Медичні еластичні вироби

Нами розроблено та досліджено ряд еластичних основов'язаних полотен, які рекомендовано в якості еластичних бинтів (варіанти Б1-Б4), еластичних стрічок для виробів жорсткої фіксації (варіанти С1-С4) та вставок бандажів (варіанти П1-П4). Грунтовим переплетенням всіх досліджуваних полотен є ланцюжок, який поєднується за допомогою поперечних утокових ниток. Еластомерна (латексна) нитка вводиться в структуру трикотажу у вигляді поздовжнього утоку, що надає виробам певної розтяжності та необхідної пружності. Для забезпечення надійного перекриття еластомерної нитки в структурі поперечні утокові нитки прокладаються з обох боків від неї. За рахунок варіювання рапорту прокладання поперечної утокової нитки, набирання утокових та ланцюжкової гребінок можна створити певні візерункові, структурні та декоративні ефекти в трикотажі; забезпечити необхідні фізико-механічні та гігієнічні властивості полотен.

Заправні дані для виготовлення даних полотен на однофонтурній основов'язальній машині 15 класу наведено в таблиці 1, результати дослідження параметрів структури представлено в таблиці 2, а властивостей – на відповідних діаграмах (рис.2).

Таблиця 1

**Заправні дані основов'язаних еластичних полотен**

| Варіант | Вид та лінійна густина ниток в заправці |                   |                                              | Кількість візерункових утоків гребінок | Рапорт прокладання утку |            | Рапорт набирання візерункової утокової гребінки | Рапорт набирання ланцюжкової гребінки |
|---------|-----------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
|         | ланцюжок                                | поздовжній уток   | уток                                         |                                        | по ширині               | по довжині |                                                 |                                       |
| Б1      | поліефірна 18,8 текс                    | латекс 0,63 мм    | бавовняна 31 текс х 4                        | 2 спеціальних нитководи                | на всю                  | 1          | -                                               | повне                                 |
| Б2      |                                         |                   | бавовняна 31 текс х 5                        | 2 спеціальних нитководи                |                         |            | -                                               | повне                                 |
| Б3      |                                         |                   | бавовняна пг - 31текс х 2 зг - 31 текс       | 1 спеціальний нитковід, 2 візерункові  | на всю                  | 1          | -                                               | повне                                 |
| Б4      |                                         |                   |                                              |                                        | 2                       | 1          | 2 заправлено, 1 пропущено                       |                                       |
| С1      | поліефірна 18,8 текс                    | латекс 0,63 мм    | поліефірна 38,4 текс х 3                     | 2 спеціальних нитководи                | на всю                  | 1          | -                                               | повне                                 |
| С2      |                                         | латекс 0,3 мм х 2 | поліефірна 38,4 текс х 3                     | 2                                      | 11                      | 6          | 1 заправлена, 7 пропущено                       | 3 є, 2 пропущено, 1 є, 2 пропущено    |
| С3      |                                         | латекс 0,8 мм     | поліефірна 38,4 текс х 2 + бавовняна 26 текс | 2 візерункові, 1 для зміцнення         | 14<br>5                 | 6          | 1 заправлена, 9 пропущено                       | 4 є, 2 пропущено, 2 є, 2 пропущено    |
| С4      |                                         | латекс 0,4 мм х 2 | поліефірна 38,4 текс х 3                     | 2                                      | 11                      | 6          | 1 заправлена, 7 пропущено                       | 3 є, 2 пропущено, 1 є, 2 пропущено    |
| П1      | поліефірна 18,8 текс                    | латекс 0,63 мм    | поліефірна 38,4 текс х 3                     | 2                                      | 8                       | 6          | 1 заправлена, 6 пропущено                       | повне                                 |
| П2      |                                         |                   | поліефірна 38,4 текс х 3                     | 2                                      | 8                       | 6          | 1 заправлена, 5 пропущено                       | повне                                 |
| П3      |                                         |                   | поліефірна 18,8 текс х 4                     | 2                                      | 9                       | 6          | 1 заправлена, 5 пропущено                       | повне                                 |
| П4      |                                         |                   | поліефірна 18,8 текс х 4                     | 2                                      | 8                       | 6          | 1 заправлена, 6 пропущено                       | повне                                 |

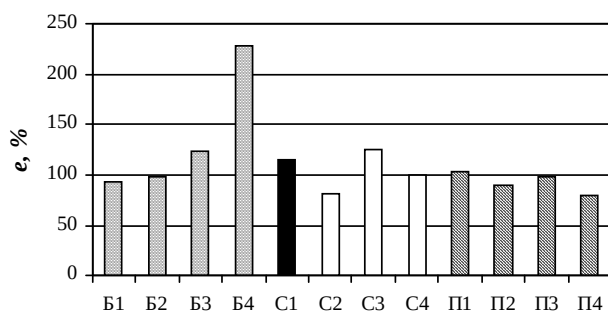
Таблиця 2

**Параметри структури основов'язаного еластичного трикотажу**

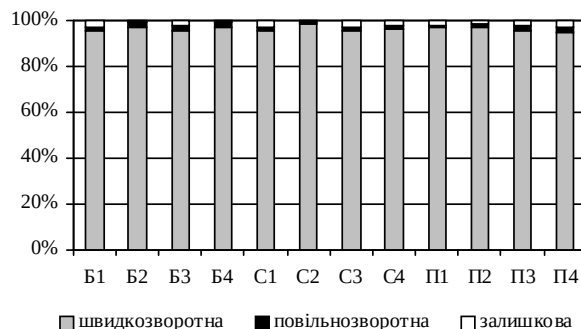
| Варіант | Середня довжина нитки, мм |                          |                         | Кількість на 100 мм            |                        | Товщина полотна, М, мм | Поверхнева густина трикотажу, $m_s$ , г/м <sup>2</sup> |
|---------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|
|         | ланцюжка, $l_4$           | поздовжнього утку, $l_2$ | поперечного утку, $l_1$ | петельних стовпчиків, $N_{ст}$ | петельних рядів, $N_p$ |                        |                                                        |
| Б1      | 6,4±0,11                  | 0,79±0,01                | 1,6±0,00                | 64±0                           | 127±2                  | 1,43±0,03              | 513,5                                                  |
| Б2      | 5,0±0,07                  | 0,76±0,01                | 1,6±0,01                | 62±0                           | 128±2                  | 1,55±0,03              | 571,0                                                  |
| Б3      | 6,2±0,07                  | 0,74±0,02                | 1,6±0,00                | 64±0                           | 135±2                  | 1,13±0,04              | 371,4                                                  |
| Б4      | 5,7±0,10                  | 0,53±0,01                | 1,6±0,01                | 62±0                           | 182±2                  | 1,30±0,02              | 432,0                                                  |
| С1      | 5,6±0,10                  | 0,67±0,01                | 1,6±0,00                | 64±0                           | 149±2                  | 1,62±0,05              | 785,7                                                  |
| С2      | 4,7±0,10                  | 0,51±0,00                | 1,3±0,03                | 44±0                           | 196±0                  | 2,05±0,04              | 646,2                                                  |
| С3      | 6,5±0,16                  | 0,58±0,00                | 1,0±0,03                | 64±2                           | 172±1                  | 1,76±0,05              | 781,8                                                  |
| С4      | 5,2±0,12                  | 0,54±0,01                | 1,3±0,03                | 44±0                           | 187±2                  | 2,03±0,04              | 600,0                                                  |
| П1      | 4,5±0,18                  | 0,57±0,01                | 1,5±0,04                | 64±0                           | 174±2                  | 1,34±0,04              | 608,0                                                  |
| П2      | 5,2±0,26                  | 0,64±0,01                | 1,5±0,03                | 64±0                           | 156±1                  | 1,37±0,04              | 742,8                                                  |



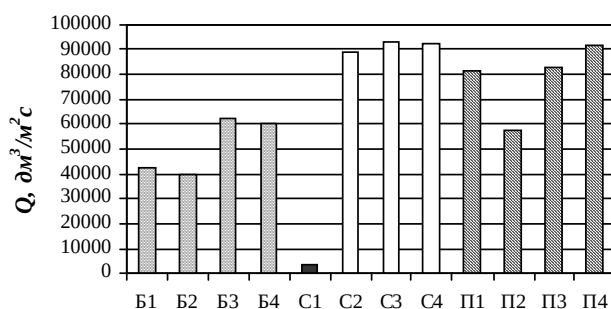
|    |          |           |          |      |       |           |       |
|----|----------|-----------|----------|------|-------|-----------|-------|
| ПЗ | 4,8±0,07 | 0,61±0,00 | 1,6±0,03 | 65±2 | 164±0 | 1,48±0,03 | 618,2 |
| П4 | 5,3±0,11 | 0,65±0,01 | 1,5±0,04 | 60±0 | 154±2 | 1,51±0,02 | 613,3 |



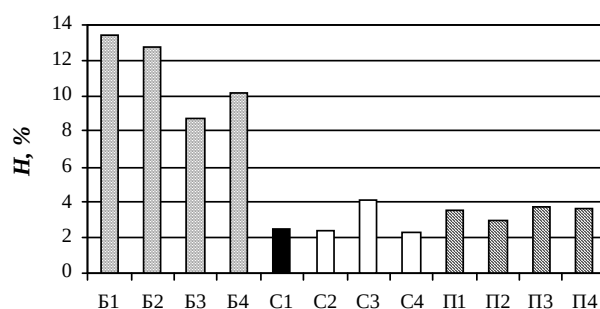
а. повна деформація



б. частки деформацій



в. повітропроникність



г. гігроскопічність

Рис.2. Властивості основ'язаного еластичного трикотажу

Отримані результати показують, що серед розроблених варіантів еластичних бинтів варіанти Б1 та Б2 мають малу розтяжність, варіант Б3 – середню, а полотню варіанту Б4 має високу розтяжність, що зумовлює межі їх використання. Слід зазначити, що бинти малої розтяжності Б1 та Б2 мають більшу товщину, а відповідно і вищу поверхневу густину. Окрім того, гігроскопічність полотен даних варіантів на 3-5% вища, ніж полотен варіантів Б3 та Б4. В той же час полотна варіантів Б3 та Б4 мають значно (майже на 50%) вищу повітропроникність, що є наслідком меншої товщини та щільності.

Як відомо, головним показником, який визначає матеріалоемність виробництва та вагу самого виробу є поверхнева щільність полотна. Отримані результати показують, що найбільшу поверхневу щільність має трикотаж варіанту С1, який вироблено при прокладанні утокової нитки на всю ширину стрічки при цьому у якості утоку використано поліефірну нитку в 3 кінці. Змінюючи сировинний склад і лінійну щільність ниток в заправці, рапорт набирання ґрунтової гребінки, яка виконує кладку петель на голки, та рапорт прокладання утокових ниток можна варіювати густину полотна зменшуючи її майже на 25% у трикотажі варіанту С4.

В процесі використання трикотаж реабілітаційного призначення піддається навантаженням, які значно менші розривних. Для створення лікувального та підтримуючого ефектів необхідно забезпечити певний рівень компресії та жорсткості конструкції. Тому важливим є дослідження характеристик механічних властивостей, які отримують при дослідженнях за

циклом: навантаження-розвантаження-відпочинок. Характеристиками, які найчастіше використовуються для оцінки властивостей текстильних матеріалів при одноциклових випробуваннях є повна деформація та її складові частини. Аналіз отриманих значень повної деформації трикотажу (рис.2.а) показує, що найбільше значення показник набуває у трикотажі варіантів С1 (115 %) та С3 (125 %), які спроектовано для використання в якості стрічки для жорсткого фіксування виробів. У полотен, які планується використовувати в якості вставок бандажних виробів (П1-П4), повна деформація варіюється в межах 80-100 % залежно від рапорту прокладання утку та набирання утокової гребінки. Слід зазначити, що величини повільнозворотної та залишкової деформацій розроблених еластичних полотен дуже незначні і становлять 1-3% залежно від варіанту трикотажу.

Для характеристики механічних властивостей трикотажу велике значення має співвідношення складових частин повної деформації. Чим більше частка зворотних частин в повній деформації трикотажу, тим краще він зберігає розміри та форму. Результати проведених досліджень (рис.2.б) показують, що в основов'язаному еластичному трикотажі частка залишкової деформації не перевищує 0,03, що вказує на гарну формостійкість розроблених полотен. При цьому значну частку (0,95-0,97) становить швидкозворотна частина повної деформація, що є свідченням стрімкої релаксації напруг, які виникають при розтягненні даного виду трикотажу.

Для виробів медичного призначення важливим є забезпечення необхідного рівня гігієнічних властивостей. Матеріали для бандажних виробів повинні характеризуватись високою повітропроникністю і забезпечувати гарну вентиляцію. Аналіз результатів дослідження повітропроникності (рис.2.в) основов'язаних еластичних полотен показує, що лише полотно варіанту С1 має низьке значення показника, але ним можна знехтувати з огляду на те, що дане полотно використовується лише в якості стрічок для жорсткого фіксування виробів. Повітропроникність решти полотен (С2-4, П1-4), які використовують при виготовленні бандажних виробів, майже на 40-80% перевищує значення показника у еластичних бинтів (Б1-2). Дослідження гігроскопічності (рис.2.г) основов'язаних еластичних полотен розроблених варіантів показують, що значення показника у трикотажу, який використовується у виробництві бандажних виробів, практично однаково для всіх варіантів і змінюється в межах  $2 \div 4\%$ .

**Висновки.** Проведені дослідження параметрів структури та властивостей основов'язаного еластичного трикотажу показали, що всі розроблені полотна мають достатньо високі показники фізико-механічних та гігієнічних властивостей. Представлений асортимент основов'язаних еластичних полотен завдяки різноманіттю структур та властивостей задовольняє основні потреби виробництва при виготовленні лікувально-профілактичних виробів.

Ковальчук А.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний Інститут»

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОЛЬОВИХ УМОВ

**Енергоефективні електричні інфрачервоні прилади обігріву (для облаштування пунктів обігріву, блок-постів, польових медичних пунктів) та енергоефективні електричні конфорки для пунктів приготування їжі (харчоблоків).**

Найголовнішим елементом теплових приладів є нагрівач. У промисловій та побутовій техніці використовується величезне різноманіття трубчастих електронагрівачів (ТЕНів). В основі їх конструкцій використовуються провідники з високим опором та температурою плавлення (вольфрам, ніхром та інші сплави), запресовані у діелектричному шарі та вбудовані у металеву трубку.

Така конструкція нагрівального елемента має ряд суттєвих недоліків:

- **погана теплопередача** від нагрівального провода до поверхні ТЕНа, що призводить до його перегріву, а значить до швидкого зносу;
- **слабка захищеність провода від контакту з повітрям**, що призводить до його окислення та виходу з ладу;
- **відбувається вигорання кисню** у результаті контакту перегрітого провода з повітрям;
- **невисока питома потужність** розсіяного тепла.

Однак, високий рівень електробезпеки та можливість отримання різноманітних конфігурацій, забезпечили ТЕНам різностороннє застосування у промисловості та у побутовій техніці для перетворення електричної енергії у теплову.

Нова технологія, що прийшла на зміну ТЕНам, базується на використанні нагрівачів виготовлених за новою інноваційною нанотехнологією. Нагрівач виконаний у вигляді металевої основи товщиною 1...8 мм з діелектричним покриттям. На підложку (будь-якої форми) типографським способом наноситься рисунок спеціальною струмопровідною резистивною пастою (будь-якої конфігурації), що є контуром електричного кола, яке надійно ізолюється від зовнішнього середовища (рис. 1).

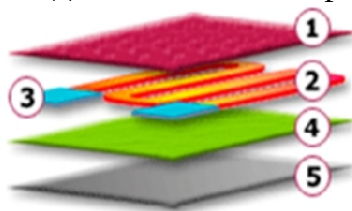


Рис. 1. Структура нагрівального елемента

1 – захисний діелектричний шар; 2 – резистивний шар; 3 – контактна паста; 4 – діелектричний шар; 5 – сталева (керамічна) підложка.

Технологія базується на використанні системи різноманітних за своїми властивостями композитних наноструктурних матеріалів, що дає змогу отримати новий нагрівальний елемент з унікальними властивостями:

- **понижене енергоспоживання;**

При створенні однакового теплового ефекту споживання електричної енергії теплових пристроїв на 5-30% менше, ніж на звичайних ТЕНових нагрівачах за рахунок значно більшої (у порівнянні з ТЕНом) поверхні, що передає тепло, та значно меншого теплового бар'єра від нагрівального шару та теплоприймача.

- **надійність;**

Дослідження нагрівачів та практика їх довготривалого використання показали високу надійність виробів. Так, промислові електричні конфорки працюють без відмови вже більше п'яти років (близько 12 000 годин), у той час як строк експлуатації стандартних чавунних електричних конфорок на ТЕНах різних світових виробників зазвичай складає не більше 2 000...3 000 годин.

- **саморегулювання споживаної потужності;**

Нагрівачі можуть працювати без зовнішнього регулювання, оскільки резистивні пасти створюють позисторний ефект (високим позитивним температурним коефіцієнтом опору). З підвищенням температури зростає електричний опір нагрівача, що обмежує струм і, відповідно, потужність.

При інтенсивному відборі тепла знижується температура, а з нею і опір нагрівача, що призводить до зростання потужності. Властивість саморегуляції убезпечують теплові пристрої від перегріву та недостатнього нагріву, забезпечуючи стабільність температурних параметрів під час роботи.

Використовуючи відповідний номінал резистивної пасти, можна наперед задавати необхідний температурний режим роботи нагрівача.

- **низька теплова інерційність;**

Безпосередня передача тепла від нагрівальної плівки на підложку теплоприймача обумовлює надзвичайно низьку теплову інерційність конструкції, яка забезпечує швидкий вихід нагрівального приладу на робочий режим. Дана особливість нагрівачів відкриває нові можливості для їх спеціального застосування.

- **направлене теплове випромінювання;**

Нагрівачі створюють інтенсивне направлене теплове випромінювання, що дозволяє створювати ефективні, компактні, мобільні, теплові реєстри, калорифери, конвектори, сушарки, теплові гармати, теплові завіси, тепловентилятори, інфрачервоні теплові обігрівачі.

- **рівномірний нагрів;**

Нагрівачі забезпечують рівномірний нагрів по всій площі теплоприймача за рахунок оптимізації розвитку топології рисунка резистора.

- **універсальність;**

Технічні параметри нагрівачів (напруга живлення, потужність, робоча температура) можуть змінюватися у широких межах без зміни конструкції нагрівача, лиш шляхом зміни номіналу резистивної пасти. На одній подложці можна створити кілька компактних електричних кола з різними технічними параметрами.

- **висока технологічність;**

При виробництві нагрівачів використовується стандартне обладнання, процес їх виготовлення легко піддається автоматизації.

Нагрівачі виготовляються у відповідності з ТУ У 29.7-23501650-002-2003. Заключенням державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України №05.03.02-04/7600 нагрівачі визнані безпечними для здоров'я.

Права інтелектуальної власності захищені.

### **Система резервного енергозабезпечення швидкого розгортання на базі дизель-вітро-сонячної установки (для енергозабезпечення у польових умовах).**

Функціональна схема енергостанції представлена на рис.2. До її складу входять: вітроенергетична установка малої потужності, фотовольтаїчні панелі, дизель-генератор, блок управління комутаціями та інвертор.

Невеликі розміри складових елементів забезпечує їх швидке розгортання у польових умовах та оперативне енергозабезпечення споживачів (системи зв'язку, спостереження, енергоефективне опалення, ...). Базове енергозабезпечення здійснюється вітроенергетичною та фотовольтаїчною установками, у піковому режимі підключається дизель-генератор. Управління режимами генерування/накопичення/споживання здійснюється блоком управління комутаціями.



Рис. 2. Функціональна схема мобільної енергостанції

**Енергоефективна система обігріву на базі теплового насосу типу «повітря-повітря» (для облаштування пунктів обігріву, блок-постів, польових медичних пунктів).**

Енергоефективна система обігріву (рис.3) являє собою тепловий насос типу «повітря-повітря», що складається з зовнішнього та внутрішнього блоків жорстко змонтованих на плоскій вертикальній основі (стіні) з різних її сторін. Такою основою може бути утеплений дерев'яний щит, що може слугувати стіною польового намету.

Така система (за наявності електричного живлення на місці встановлення) дозволяє у короткі строки забезпечити комфортні температурні умови для перебування людей з високим рівнем енергоефективності (особливо у перехідні періоди – зима-весна та осінь-зима). Високий рівень екологічної чистоти дозволяє використовувати таке обладнання для обігріву медичних наметів.

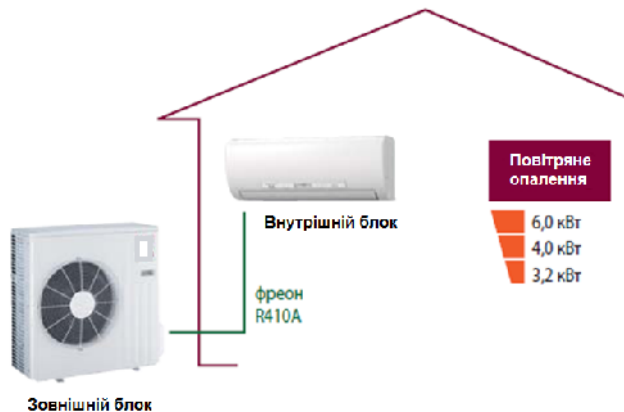


Рис. 3. Енергоефективна система обігріву на базі теплового насосу типу «повітря-повітря»

## Висновок

Описане вище обладнання:

- дозволяє одночасно забезпечити як комфортні умови перебування людей, так і високий рівень енергоефективності;
- може бути використаним армійськими підрозділами ЗСУ та службою МНС для енергозабезпечення армійських польових наметів, польових медичних пунктів, пунктів обігріву людей та польових пунктів харчування.

•  
Кривцов В.С., Гайдачук О.В.

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

## **ДОСВІД СТВОРЕННЯ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

Із самого моменту створення у 1930 р. Харківський авіаційний інститут розвивався не тільки як кузня кадрів для авіаційної, а пізніше, і для ракетно-космічної промисловості, але і як провідна наукова організація в галузі авіаційно-космічної техніки й технології.

В ХАІ створено і діє низка унікальних науково-дослідних стендів, які також застосовуються для підготовки висококваліфікованих спеціалістів для аерокосмічної і інших галузей промисловості України. Серед об'єктів наукової бази університету два об'єкти, що мають статус Національного надбання України. Перший з них - єдиний в Україні аеродинамічний комплекс на базі надзвукової труби Т-6. Другим об'єктом Національного надбання України є науково-дослідний інститут проблем фізичного моделювання (ПФМ) режимів польоту.

Особливим напрямом науково-технічної діяльності, який вже багато років динамічно розвивається в ХАІ, є розробка і побудова безпілотних літальних апаратів (БЛА).

Наказом № 283 по Харківському авіаційному інституту від 24 червня 1959 року була організована лабораторія льотних випробувань радіокерованих моделей. Лабораторія займалася створенням БЛА багаторазового застосування для дослідження аеродинаміки пограничного шару. Для цього була побудована серія безпілотних автоматичних літаючих лабораторій (ЛЛ).

На цих лабораторіях відпрацьовані методики зльоту й посадки, керування польотом на малих швидкостях, досліджена аеродинаміка й структура пограничного шару крила, досліджені процеси, пов'язані з переходом ламінарного пограничного шару в турбулентний в умовах реального польоту, розроблені й випробувані в польоті спеціальні автоматичні прилади для виконання фізичних вимірів у пограничному шарі крила, виконана серія польотів для дослідження великих кутів атаки, звалювання й штопору.

Проведені дослідження дозволили вперше в СРСР відпрацювати методики фізичного моделювання критичних режимів польоту вільно-літаючих аеродинамічно подібних моделей літаків, що дало можливість перейти до робіт з дослідження критичних режимів польоту моделей реальних літаків.

В 1974 році за завданням КБ ім. П.О. Сухого в лабораторії були побудовані й пройшли випробування дві вільнолітаючі динамічно подібні моделі літака Су-7 у масштабі 1:5,5.

В 1978 році МАП разом із МВО СРСР видало наказ № 498/193 про організацію в ХАІ Галузевої науково-дослідної лабораторії вільнолітаючих динамічно подібних моделей.

До 1979 року на моделях літаків ВЛМТ-10С у вільному польоті досліджувалися стійкість і керованість у широкому діапазоні кутів атаки, ковзання й кутових швидкостей, а також умови влучення в штопор і методи виходу з нього.

В 1980 році була побудована модель літака Су-17 для дослідження бойової живучості сучасних літальних апаратів. Моделі цього класу проходили цикл випробувань до 1993 року.

На них були вивчені динаміка польоту маневреного літака класичної схеми зі стріловидним крилом при втраті значної частини (від 27 до 40% розмаху) крила, при втраті частини (до 75% розмаху) цільноповоротного стабілізатора при виконанні енергійних маневрів по тангажу. Результати досліджень дозволили визначити припустимі межі пошкоджуваності літака, визначити методи стабілізації й керування літаком з бойовими ушкодженнями.

У період з 1975 по 1991 роки всі модифікації літака Су-27 пройшли льотні дослідження на літаючих моделях. Уперше в СРСР виконані випереджальні дослідження звалювання й штопора літака, що розробляється. Була виконана оцінка впливу зміни зовнішніх форм на аеродинамічні характеристики, досліджені стійкість і керованість на нестационарних режимах польоту, відпрацьовані методики моделювання роботи бортової системи автоматичного керування, досліджені різні види штопора й методи виходу з нього. Фігура вищого пілотажу «Кобра Пугачова» була вперше виконана на цій моделі літака.

З 1979 року до досліджень на моделях підключилося КБ ім. А.І. Мікояна.

В 1989 році на базі галузевої лабораторії організується Науково-дослідний інститут проблем фізичного моделювання режимів польоту літаків (НДІ ПФМ). Створені фахівцями інституту літаючі моделі літаків Су-27 і МіГ-29 забезпечили виконання програм випереджальних льотних досліджень, сприяли скороченню витрат на створення літаків і підвищенню безпеки випробувань дослідних зразків винищувачів четвертого покоління.

У період з 1989 по 1999 роки в НДІ ПФМ була створена й пройшла льотні дослідження модель літака із крилом зворотної стріловидності.

В 2001-2006 рр. розпочаті роботи зі створення безпілотних авіаційних комплексів для вирішення завдань повітряного спостереження й розвідки «Бекас» й «Сапсан», експериментальні зразки яких розроблені НДІ ПФМ ХАІ в ініціативному порядку на основі вихідних вимог Міністерства оборони України.

Для забезпечення моніторингових завдань, дій МНС України й антитерористичних спецоперацій Служби безпеки в 2002 році почав виконувати демонстраційні польоти мініатюрний БЛА «Аіст». В 2005-2006



рр. БЛА «Аіст» забезпечував телевізійне спостереження з повітря під час декількох навчань МНС й Антитерористичного центру України.

Наприкінці 2006 р. відкрито проект з розробки, підготовки виробництва й експлуатації мобільної багатофункціональної безпілотної системи (БС) «Чиж». При створенні системи передбачено можливість обмеженого використання БЛА «Чиж-L» у цивільному повітряному просторі для забезпечення дій спеціальних підрозділів щодо вирішення завдань повітряного спостереження й розвідки при ліквідації надзвичайних ситуацій, підтримці антитерористичних, охоронних і пошукових операцій силових структур.

Починаючи з 2007 р. БС «Чиж-L» реалізовувалася у двох варіантах в інтересах конкретних замовників і реальних споживачів. У варіанті «Astrogon-Sky» для пошуку й картографування родовищ корисних копалин на суші й шельфі. У варіанті «Філін» у вересні 2008 р. система була передана науково-технічному управлінню Служби безпеки України в рамках Державного оборонного замовлення у вигляді демонстраційного зразка для ведення телевізійної й фото - розвідки при антитерористичних операціях.

Через різке обмеження можливостей потенційних інвесторів, наприкінці 2008 р. відновлені ініціативні роботи зі створення авіаційного комплексу класу «Аіст» - «Воробей-М», що вимагає значного меншого обсягу інвестицій, але що володіє, проте, широкими можливостями. Багатофункціональна БС може включати два типа мініатюрних БЛА з електричною силовою установкою: звичайного зльоту й посадки (Воробей-М) і вертикального зльоту й посадки з можливістю зависання в повітрі (Воробей-М\_ВВП).

Крім НДІ ПФМ безпілотною тематикою займається і створене на базі ХАІ КБ АВІА.

Першочерговим напрямом роботи КБ АВІА було створення систем автоматичного керування для БЛА на базі безплатформних інерціальних навігаційних систем, але згодом фахівці КБ почали створювати БС власної конструкції.

У 2006-2008 рр. фахівцями КБ розроблено БС «Є-1», яка призначена для ведення спостереження за наземною обстановкою із БЛА, що виконує автоматичний політ по заданому маршруту й передає зображення з телекамери на наземну станцію.

Склад БС - БЛА типу електрельот, бортова система автоматичного керування, бортова відеокамера, наземна станція керування й спостереження.

Характеристики БЛА: злітна вага – 3.8 кг, розмах крил – 3.1 м, довжина фюзеляжу – 1.4 м, швидкість польоту - 17 м/с, маса корисного навантаження – до 0.7 кг, тривалість польоту – 25 хв., тяга – повітряний гвинт із електроприводом (Li-Io батареї), робочі висоти 70 – 500 м, запуск – з руки.

Бортова система спостереження складається з камери спостереження й каналу передачі відеоінформації.

Наземна станція керування й спостереження містить модем командно-теlemetryчного каналу зі спрямованою антеною, приймач відеоканалу зі

спрямованою антеною, комп'ютер наземної станції для відображення поточного стану систем БЛА, завдання маршруту перед польотом і зміни в процесі польоту, відображення відеоінформації.

До складу бортової системи автоматичного керування (САУ) входить плата автопілоту, приймач супутникової системи навігації (GPS/Glonass) з антеною, радіомодем для передачі командно-телеметричної інформації, керуючи машини, магнітометр.

Випробування на тепло- й звуковипромінювання показали значення: звуковипромінювання на рівні 90 дБ на відстані 5 м, тепловипромінювання на рівні 20 град. на відстані 5 м.

БС демонструвалася на виставках – АВІАСВІТ (2008, 2010 рр.), НДІ Авіації України (2008 р.). Показові польоти проводились у 2008 р. (представникам Укрспецекспорту, Прикордонних військ України, Міністерства оборони України), у 2009 р. (представникам Міністерства надзвичайних ситуацій), у 2010 р. (участь у навчаннях університету внутрішніх військ і прикордонників України).

З 2009 р. в ХАІ розробляється комплекс спостереження й аерофотознімання на базі електровертольоту. Призначення комплексу - ведення спостереження за наземною обстановкою з БЛА, що виконує напіваавтоматичний політ від пульта оператора наземної станції або автоматичний політ по заданому маршруту. Зображення з телекамери передається на наземну станцію, можливе виконання фотозйомки за допомогою фотокамери.

Склад - БЛА типу електровертольот, бортова система автоматичного керування, бортова відеокамера, керована фотокамера, наземна станція керування й спостереження.

Характеристики БЛА Злітна вага – 5.1 кг, радіус гвинта – 0.74 м, довжина фюзеляжу – 1.5 м, швидкість польоту - до 10 м/с, маса корисного навантаження - до 1.6 кг, тривалість польоту - 12 хв., тяга - повітряний гвинт із електроприводом (Li-Io батареї); Запуск і посадка в напіваавтоматичному режимі за допомогою пульта оператора.

Розробники демонстрували можливості БЛА під час наступних заходів: 2011 р. – участь у військових навчаннях «Адекватне реагування 2011» (м. Житомир), 2011 р. – випробування безпілотних систем на полігоні МО України (м. Феодосія), 2012 р. – навчання Харківської бригади Внутрішніх військ (м. Харків), 2013 р. - регіональні навчання Внутрішніх військ України (м. Донецьк, м. Судак).

Крім вищезазначених, фахівцями КБ розроблено декілька моделей БЛА вертикального зльоту і посадки, виконані по схемі мультиротор. Такі БЛА можуть бути застосовані не тільки для спостереження і фото-/відеозйомки, але і для доставки невеликих вантажів у важкодоступні зони.

Враховуючи багаторічний досвід фахівців ХАІ у створенні безпілотної техніки різного призначення, в останні роки окремим напрямом цієї роботи стало створення методологічної бази розробки і експлуатації безпілотної техніки з урахуванням її специфічних особливостей.

**Кривцун І.В., Худецкий І.Ю., Маринський Г.С., Чернець О.В., Подпратов С.Є.,  
Лопаткіна К.Г.**

*Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України*

## **ВИКОРИСТАННЯ ВЧ-ЗВАРЮВАННЯ ТА ТЕРМООБРОБКИ ЖИВИХ ТКАНИН В УМОВАХ ВІЙСЬКОВО-ПОЛЬОВОЇ ХІРУРГІЇ**

Проблема надання допомоги пораненим у військово-польових умовах знаходяться в тісному причинно-наслідковому зв'язку із специфікою поранень і умовами надання хірургічної допомоги. Серед чинників, які визначають специфіку поранень необхідно, перш за все, відзначити сильну кровотечу і інфікування ран. Своєчасна зупинка кровотечі у ряді випадків визначає результат для пораненого. При своєчасній зупинці кровотечі прогноз одужання сприятливіший. Наявність ран на різних стадіях розвитку інфекційного процесу від первинно інфікованих до хронічних гнійних пов'язано як з механізмом отримання поранення так і з етапністю надання медичної допомоги. У ряді випадків проходить значний час між наданням першої медичної допомоги, першої лікарської допомоги і кваліфікованої або спеціалізованої хірургічної допомоги.

У зв'язку з цим створення апаратури для зварювання живих тканин, перш за все судин, зупинки кровотеч паренхіматозних органів, губчастих кісток, м'язової тканини також санація інфікованих і хронічних гнійних ран є пріоритетним завданням для військово-польової хірургії.

Метод височастотного зварювання живих тканин (ВЧ ЗЖТ), розроблений в ІЕЗ ім. Є.О. Патона в тісній співпраці з провідними медичними організаціями України, показав свою ефективність і успішно використовується в медичній практиці вже більше десяти років.

Розроблено та освоєно більше 150 різних хірургічних методик. Успішно виконано понад ста тисяч хірургічних операцій в таких областях як загальна і абдомінальна хірургія, травматологія, пульмонологія, проктологія, урологія, мамалогія, оториноларингологія, гінекологія, офтальмологія та ін. Хірурги вбачають перспективність застосування даного методу при трансплантації різних органів.

На сьогоднішній день, за нашою оцінкою, в Україні, на апаратах, розроблених в ІЕЗ ім. Є.О. Патона, виконується в середньому від 15 до 20 тисяч операцій в рік.

Метод ВЧ ЗЖТ забезпечує:

- Безкровне, швидке, зручне для хірурга і мало травматичне для пацієнта виконання оперативних втручань, надійний гемостаз;
- Зниження крововтрати більш ніж на 50%;
- Скорочення тривалості операцій на 20-50%;
- Високу абластичність проведення операцій;
- Відсутність нагноєнь;
- Швидку і повноцінну післяопераційну реабілітацію;

- Можливість хірургічного лікування хворих, які вважалися неоперабельними.

Це підтверджено численними відгуками провідних хірургів, а також неодноразово наголошувалося в доповідях різних наукових і науково-практичних конференцій і семінарів.

Розповсюдження апаратів конструкції ІЕЗ ім. Є.О.Патона для ВЧ ЗЖТ (близько 150 апаратів різних модифікацій) охоплює практично всі регіони України, а також деякі країни ближнього і дальнього зарубіжжя.

Практичною основою для реалізації процесу ВЧ ЗЖТ служать відповідне устаткування і інструментарій. Починаючи з перших апаратів, розроблених ще в середині 90-х років минулого століття, в ІЕЗ ім. Є.О. Патона створена ціла гамма апаратури для здійснення такого процесу.

Сьогодні Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона випускає і пропонує на ринок апарати ЕК-300М1 різних модифікацій розробки минулих років і новий апарат ЕКВЗ-300, який випускається під торговою маркою ПАТОНМЕД®.

У апараті ЕКВЗ-300 зібраний досвід, накопичений в ході експлуатації раніше розробленого устаткування, і, по можливості, враховані рекомендації і пропозиції хірургів різних спеціальностей.

ЕКВЗ-300 працює з усіма інструментами для ВЧ ЗЖТ, створеними в ІЕЗ ім. Є.О. Патона на сьогоднішній день. Він успішно застосовується при проведенні операцій в різних областях хірургії, включаючи загальні порожнинні операції, пульмонологію, урологію, мамологію, офтальмологію та ін. Проводяться операції з виконанням ВЧ-зварювання (перекриття) судин, резекції легенів і печінки, видалення нирки, кишкового анастомозу і багато інших.

У Науково-технічному комплексі (НТК) «Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона» НАН України створене виробництво, яке дозволяє повністю задовольнити потреби України в даному виді устаткування, в тому числі з можливістю постачань його на експорт.

Окрім стаціонарних апаратів в ІЕЗ на базі ЕКВЗ-300 розроблені мобільні системи ЕКВЗ-300М і ЕКВЗ-300МДУ, незамінні для хірургів, що працюють у військово-польових умовах, станцій швидкої допомоги, санітарної авіації, медицини катастроф, ветеринарній хірургії та ін. Ці апарати зберігають всі можливості та переваги ЕКВЗ-300. ЕКВЗ-300М і ЕКВЗ-300МДУ мають: малу вагу (6,5 кг в транспортному стані); зручні для перенесення і транспортування; розгортаються в робоче положення за лічені хвилини; можуть працювати як в стаціонарних, так і в польових умовах. Крім того, апарат ЕКВЗ-300МДУ забезпечений виносним пультом дистанційного керування.

Вказані мобільні апарати отримали найвищу оцінку діючих хірургів, що працювали в умовах бойових дій.

Не менш важливою складовою устаткування для ВЧ ЗЖТ є відповідний інструментарій. На сьогодні розроблені і випускаються в кооперації з нашими партнерами багато типів базових хірургічних електрозварювальних

інструментів. Відповідно до побажань хірургів номенклатура інструментів, що випускаються, може бути істотно розширена.

В ІЕЗ ім. Є.О. Патона одночасно успішно проводяться роботи по інших напрямках використання ВЧ ЗЖТ і споріднених технологій в медицині. До їх числа відносяться методи безконтактної термохірургії.

Початком розвитку в Україні нової галузі медицини - безконтактної гіпертермічної хірургії можна вважати з 2001 р., коли КБ «Южное» та Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона спільно розробили плазмовий хірургічний комплекс «Плазмамед».

На першому етапі була створена апаратура, яка за допомогою струменя низькотемпературної аргонової плазми здатна здійснювати різання паренхіматозних тканин і зупиняти кровотечу в рані. Отримана позитивна медико-технічна оцінка цієї апаратури і розроблена методика плазмового зварювання живих тканин кишечника і шлунку, а також спосіб з'єднання країв ран паренхіматозних органів.

У розвиток цих досліджень ІЕЗ ім. Є. О. Патона спільно з Національним інститутом хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова розробили спосіб і апаратуру для конвекційно-інфрачервоної (КІ) обробки і зварювання живих тканин. Цей спосіб відрізняється простотою, доступністю створеної для нього апаратури, а також використанням замість аргону навколишнього повітря. Даний спосіб забезпечує надійний гемостаз, можливість формування плівок коагульованої крові на поверхні тканини, відсутність термічного пошкодження паренхіми органу, можливість безпечної роботи в області судин великого діаметру і порожнистих органів.

Створені і випробувані дослідні зразки апаратів конвекційно-інфрачервоної обробки живих тканин та інструментів до них. Для використання в польових умовах розроблена серія апаратів: повнофункціональний ТПБ-65, бюджетний ТПБ-65Б, автомобільний ТПБ-65Авт, безпровідною ТПБ-65Ак.

Більшість апаратів можуть працювати автономно і використовувати як джерела живлення бортову мережу автомобіля, польові електростанції, а апарат ТПБ-200<sup>ВЧ</sup> може також виконувати маніпуляції височастотного різання і коагуляції живих тканин.

Доклінічні дослідження КІ-апаратів і методик їх застосування проведені на базі Національного інституту хірургії і трансплантології ім. О.О. Шалімова за участю фахівців Української військово-медичної академії і хірургів Вузлової лікарні 1 ГТОО ЮЗЖД.

Дослідження в області КІ-обробки живих тканин в хірургії показали перспективність цього методу, особливо в умовах інфекційно-ускладнених оперативних втручань. Даний метод був модифікований для зупинки кровотеч і профілактики розвитку інфекції при вогнепальних пораненнях.

Створення багатофункціональних апаратів, що поєднують процеси височастотного зварювання і конвекційно-інфрачервоної обробки живих тканин, є одним із важливих завдань при розробці і впровадженні нового покоління електротермохірургічного устаткування. Перші макетні зразки

такого устаткування на базі ЕК-300М1 проходять клінічні випробування. Розроблені макетні зразки КІ-інструментів для апаратів ЕКВЗ-300 «ПАТОНМЕД». Таким чином, в перспективі більшість високочастотних апаратів для зварювання живих тканин матимуть функції конвекційно-інфрачервоної обробки тканин. За відгуками хірургів, поєднання обох методів в одному багатофункціональному апараті дозволяє виконувати з його допомогою до 80% стандартних хірургічних маніпуляцій зокрема при інфекційно ускладненій патології. При цьому істотно знижуються витрати на надання хірургічної допомоги, скорочується період стаціонарного лікування і реабілітації пацієнта.

Зазначені вище переваги та достоїнства нових процесів зварювання, різання та термічної обробки живих біологічних тканин дозволяють рекомендувати їх як високо ефективні засоби для застосування в умовах військово-польової медицини.

**Куцевол Н.В.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **НОВІ ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, СТВОРЕНІ НА ОСНОВІ НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

Значне місце серед об'єктів нанохімії займають ультрадисперсні хімічно стійкі метали – срібло і золото, які мають унікальні оптичні, фотофізичні, каталітичні та біохімічні властивості. Нами розроблено методики *in situ* синтезу наночастинок срібла, в тому числі і “green” синтезу, в водних розчинах розгалужених полімерних матриць декстран-поліариламід [1], які мають керовану молекулярну структуру. Показано, що використання саме розгалуженої матриці дозволяє отримати золь, який є стійким протягом 2 років (час проведення експерименту), а також варіювати форму та розмір наночастинок (Рис.1) [2-4].

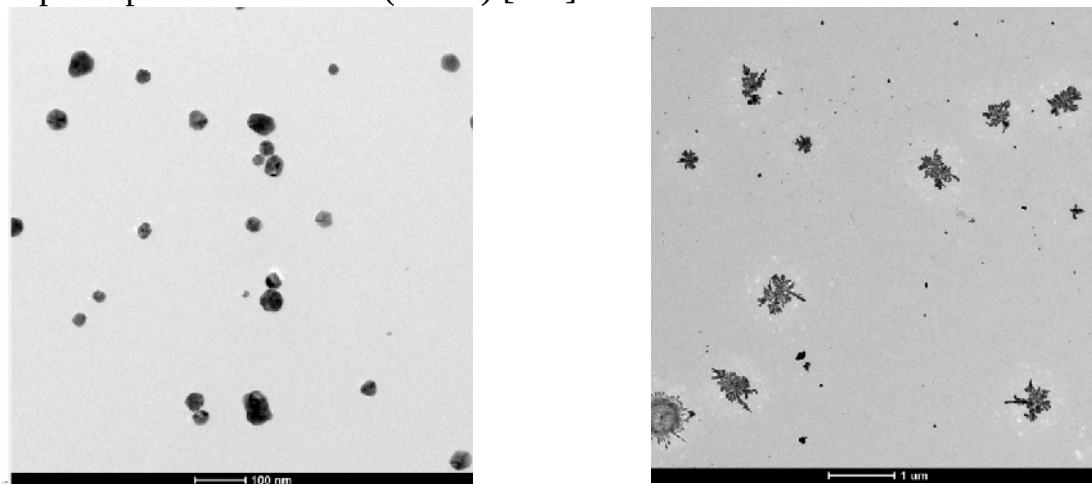


Рис.1. Наночастинки срібла, синтезовані в розгалужених полімерних матрицях з використанням різних відновлюючих агентів.

Золі срібла та золота можуть використовуватись для приготування лікарських форм, а також для перев'язочних матеріалів з високою антибактеріальною дією, які є незамінними для надання невідкладної допомоги під час воєнних дій, для обробки катетерів, медичних інструментів, тощо.

Біологічні тести на культурах клітин мишачих макрофагів J774 показали, що полімери декстран-поліакридамід є нетоксичними і можуть застосовуватись не лише як носії лікарських субстанцій в живих організмах, але і як агенти для очистки води.

В екстремальних умовах, часто виникає ситуацію, коли немає доступу до чистої питної води. Вода в річках, озерах і навіть містить різні органічні та неорганічні забруднювачі, зокрема солі важких металів, а також патогенні мікроорганізми. Більша частина мікроорганізмів при кип'ятінні води,

помирає, проте солі важких металів, які є вкрай токсичними, залишаються. Нами показано, що розгалужені полімери декстран-поліакриламід, є значно ефективнішими в процесах водоочистки ніж лінійні флокулянти, які зараз використовуються [5].

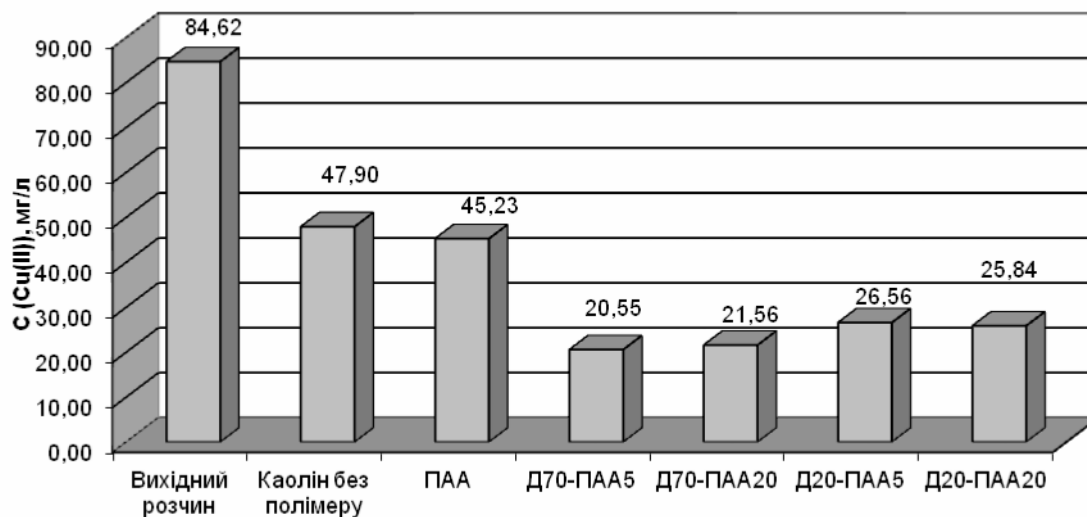


Рис.2. Вміст іонів міді(II) в вихідному розчині  $\text{CuSO}_4$  та в супернатанті після осадження  $\text{Cu}^{2+}$ -вмісної дисперсії каоліну під впливом полімерів-флокулянтів (ПАА – лінійний флокулянт, Д70-ПАА – розгалужений флокулянт різної молекулярної структури)  $C_{\text{полімеру}} = 1 \times 10^{-3} \text{ г/дм}^3$ .

У співробітництві з інститутом експериментальної патології, онкології і радіобіології НАН України, а також інституту молекулярної біології та генетики НАН України, наносистеми, синтезовані в розгалужених полімерних матрицях на даний час проходять успішне тестування як нановектори для лікування онкологічних та інфекційних захворювань [5].

1. N. Kutsevol, M. Bezuglyi, M. Rawiso, T. Bezugla. Star-like Dextran-graft-(polyacrylamide-co-polyacrylic acid) Copolymers. *Macromol. Symp.* 2014, 335, P.12-16.
2. N. Kutsevol, M. Bezuglyi, T. Bezugla, M. Rawiso. Synthesis of silver nanoparticles in star-like Dextran-graft-Polyacrylamide matrices. *Mol. Cryst. Mol. Liq.* 2014. 590:1, 179-185.,
3. N.V.Kutsevol, T.N. Bezuglaya, N. Yu. Bezuglyi. Features of the intramolecular structure of branched polymer systems in solution. *Journal of structural chemistry.* 2014. V.55, №3, P.575-587.
4. V. Chumachenko, N. Kutsevol, M. Rawiso, M. Schmutz, C. Blanck. In situ formation of silver nanoparticles in linear and branched polyelectrolyte matrices using various reducing agent. *Nanoscale Research Letters.* 2014, 9: 1.
5. Bezuglyi M., Kutsevol N., Bezugla T., Rawiso M., Ischenko M. Flocculation With Branched Copolymers In Ternary Component System: Kaolin / Polymer /  $\text{Cu}^{2+}$  Ions. *Proceedings of The Eighth International Conference on the Establishment of Cooperation Between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltic Sea Region, and the World Conference on Natural Sciences and Environmental Technologies for Waste and Wastewater Treatment, Remediation, Emissions Related to Climate, Environmental and Economic Effects "Linnaeus ECO-TECH 2012"*, November 26-28, Kalmar, Sweden. - 2012. C.393-403.



6. G. Telegeev, N. Kutsevol, S. Filipchenko. Dextran-polyacrylamide as nanocarrier for targeted delivery of anticancer drugs into tumor cells. *Nanoscale Research letters* (In Press).

**Лепіх Я.І., Сантоній В.І., Янко В.В., Будіянська Л.М.**

*Міжсвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України при ОНУ імені І.І. Мечникова*

## **ОПТО-ЕЛЕКТРОННІ ДАТЧИКИ ДЛЯ ПІДРИВАЧІВ**

При розробці сучасних видів боєприпасів (БП) значна увага приділяється підвищенню їх ефективності за рахунок використання дистанційного підриву. Разом з цим актуальною залишається проблема точного визначення параметрів руху БП – відстані до цілі, швидкості і кута наближення до неї. Розв'язання даної проблеми вимагає створення сучасних інтелектуалізованих датчиків (контактних і неконтактних), які б задовольняли суттєво підвищеним тактико-технічним вимогам.

Нами розроблено ряд високоточних оптико-електронних датчиків, що можуть працювати у режимах – ударний з затримкою, ударний миттєвої дії, дистанційний і неконтактний та мають високі швидкодію і надійність, функціонують за розробленим оптимальним алгоритмом у динамічному режимі в умовах штучних і природних завад, зокрема оптико-електронний датчик цілі для спорядження підривача боєприпасів з кумулятивним пропалюванням.

Оптико-електронний датчик цілі (ОЕДЦ), діапазон дальності дії якого визначається використанням в боєприпасах з кумулятивним пропалюванням при великій швидкості наближення з відповідним кутом підходу.

ОЕДЦ дистанційно вимірює показники наближення до цілі: дальність, швидкість наближення, просторовий кут підходу, стан її поверхні і обирає оптимальну дистанцію ініціювання кумулятивного заряду підривача та виключає вірогідність прийняття помилкових рішень.

Датчик функціонує по адаптивному алгоритму, який виключає вплив на його функціонування нестаціонарних оптичних завад в атмосферному каналі, захищає від хибного спрацювання боєприпасу.

До прикладу, ще одна розробка - оптико-електронний датчик цілі для модернізації підривачів боєприпасів систем РСЗО.

ОЕДЦ для систем РСЗО дозволяє провести заміну контактних датчиків на неконтактні, які функціонують в умовах нестаціонарних оптичних завад в атмосферному каналі (штучного та природнього походження) та спрацьовують на заданій відстані незалежно від стану і коефіцієнта відбиття підсталаючої поверхні, має захист від хибного спрацювання боєприпасу. Відстань спрацювання встановлюється в залежності від призначення. ОЕДЦ виконується в габаритних розмірах, що відповідають стандартним підривачам.

Розроблено також імітаційно-випробувальну установку, що призначається для імітації руху оптико-електронних датчиків цілі та вимірювання їх динамічних характеристик. Моделювання передбачає заміну поступального руху датчика цілі дзеркальним скануванням його поля зору

по нерухомій поверхні, зігнень за спіраллю Архімеда, чим досягається імітація рівномірного наближення (віддалення) до неї. Перевагою установки є створення умов роботи зі стабілізованими у просторі об'єктами шляхом керування потоком оптичного випромінювання, що дозволяє імітувати процес зближення нерухомих датчиків з відбиваючою поверхнею.

Розроблена методика проведення динамічних випробувань та її програмне забезпечення, що значно скорочує витрати часу на циклічні операції та зменшує витрати у порівнянні з натурними випробуваннями. Установка дозволяє проводити технічну діагностику у процесі проектування та лабораторного дослідження неруйнівними методами, а також для перевірки роботи датчиків цілі.

Установка може бути використана на етапах відпрацювання оптико-електронних вузлів швидкісних датчиків цілі та їх динамічних параметрів.

Леховицький Д.І., Рябуха В.П., Дохов О.І., Зарицький В.І., Рачков Д.С.,  
Семеняка А.В., Катюшин Е.А.

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

## **РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВІД ЗАВАД ДЛЯ СУЧАСНИХ ТА ПЕРСПЕКТИВНИХ ВІТЧИЗНЯНИХ РАДІОЛОКАТОРІВ**

Радіолокатори контролю повітряного простору відіграють головну роль у вирішенні завдань виявлення повітряних цілей (літаків, ракет, гелікоптерів тощо), вимірювання їх координат, розпізнавання та супроводженні. Ці завдання повинні виконуватися у складних умовах дії пасивних, шумових та комбінованих завад.

Пасивні завади утворюються при відбитті зондувальних сигналів радіолокаторів від пасивних відбивачів природного та, можливо, штучного походження: місцевих предметів, гідрометеорів (хмар, дощу, снігу, граду), штучних диполів. Шумові завади створюються зовнішніми джерелами шумових випромінювань. Комбінована завада створюється адитивною сумішшю пасивних та шумових завад. Завади маскують приймальний корисний сигнал і ускладнюють або навіть унеможливають вилучення з нього потрібної радіолокаційної інформації. Тому найважливішою вимогою до радіолокаторів є їх завадозахищеність.

У більшості сучасних вітчизняних та зарубіжних радіолокаторів використовуються системи захисту від пасивних завад з фіксованими параметрами, які недостатньо ефективні в реальних умовах динамічної зміни характеристик таких завад. З урахуванням цього найважливіший напрямок удосконалення систем завадозахисту пов'язаний з використанням адаптивних систем обробки, параметри яких можуть змінюватися у відповідності із зміною характеристик завад.

Системи захисту від шумових завад у сучасних радіолокаторах найчастіше будуються на основі кореляційних автокомпенсаторів з градієнтними алгоритмами адаптації, що розроблені ще в 60-х – 70-х роках минулого століття. На даний час такі адаптивні системи вже застаріли і не відповідають сучасним вимогам. Зокрема, їх ефективність істотно залежить від кількості, розташування й інтенсивності джерел зовнішніх завад і суттєво зменшується при збільшенні кількості джерел шумових випромінювань.

Радіолокатори контролю повітряного простору часто працюють в умовах одночасної дії пасивних і шумових завад, тобто в умовах комбінованих завад, що істотно ускладнює рішення радіолокаційних задач.

У зв'язку з цим вкрай актуальним є впровадження у виробництво на вітчизняних підприємствах нових методів адаптивної просторово-часової обробки радіолокаційних сигналів з підвищеною ефективністю.

В основу їх побудови можуть бути покладені методи факторизованого

уявлення функцій, що вирішують потрібні завдання, та використання у якості апріорі невідомих параметрів цих факторизованих уявлень їх оцінок максимальної правдоподібності з максимальним урахуванням апріорної інформації про специфіку структури просторово-часових каналів приймання. Таким вимогам відповідають, зокрема, адаптивні решітчасті фільтри (АРФ), що вже на протязі багатьох років досліджуються та використовуються авторами для виявлення сигналів на тлі завад різного фізичного походження, пеленгації зовнішніх джерел випромінювання, спектрального аналізу вхідних дій тощо.

Нижче наведені деякі приклади використання АРФ.

На рис. 1 показані зображення екрану індикатора кругового огляду (ІКО) РЛС при вимкненій (а) та увімкненій (б) системі захисту від пасивних завад на основі АРФ в моделі імпульсної РЛС 10 см діапазону з голчастою діаграмою спрямованості з шириною головного пелюстка  $\approx 1^\circ$ .

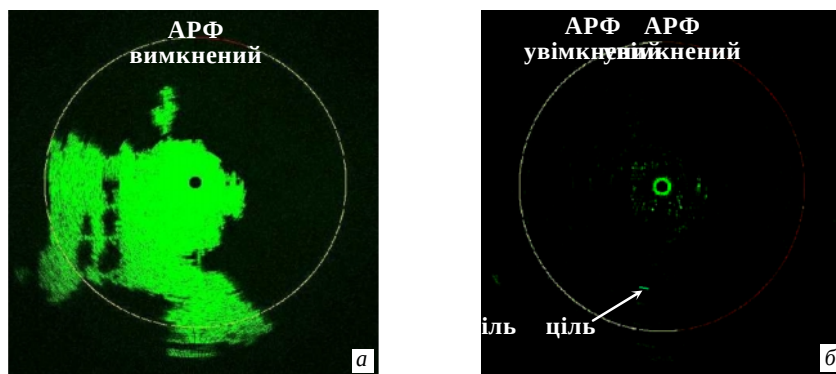


Рис. 1 Екран ІКО РЛС при вимкненому (а) та увімкненому (б) АРФ

Видно, що включення АРФ практично позбавило екран від пасивних завад, що дозволило виявити ціль, яку без цього було виявити неможливо.

На рис. 2 наведені результати напівнатурних досліджень швидкісних характеристик (ШХ) (залежностей кількості  $n$  виявлених цілей від їх радіальної швидкості) штатної системи захисту від пасивних завад існуючої РЛС (криві 1) та запропонованої системи захисту на основі АРФ (криві 2) в умовах пасивних завад від місцевості (а) та дощових хмар (б).

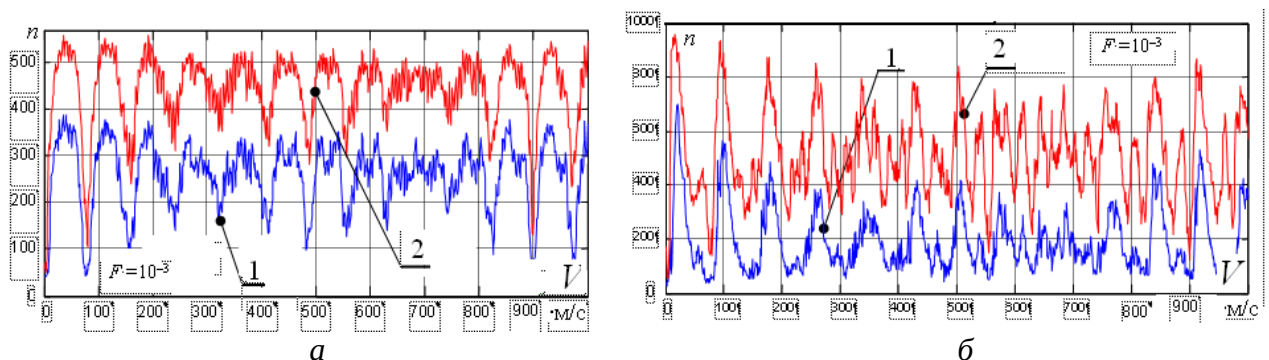


Рис. 2 ШХ в завадах від місцевості (а) та дощових хмар (б)

Видно, що модифікована система захисту на основі АРФ забезпечила істотні переваги у кількості виявлених цілей, які досягають 2–5 разів в залежності від швидкості цілей та природи завад.

На рис. 3 наведені результати напівнатурних випробувань системи захисту від пасивних завад на основі АРФ у складі аеродромної РЛС 10–см діапазону, розташованої в зоні літовища з інтенсивним повітряним рухом.

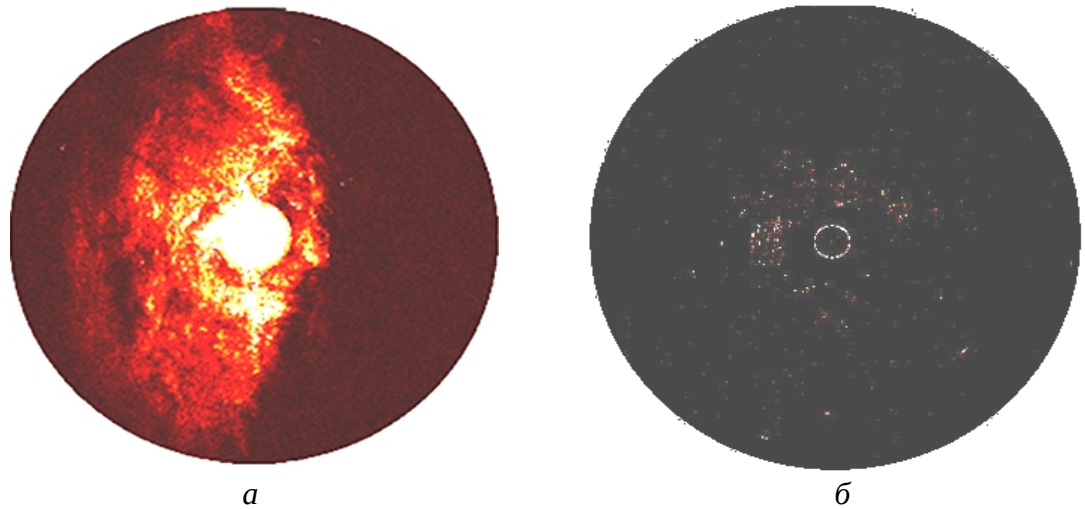


Рис. 3 Екран ІКО при вимкненому (а) та включеному (б) АРФ

Тут потужні відбиття від грозових хмар повністю маскують корисні сигнали великої кількості повітряних цілей (а). Однак використання АРФ практично виключило вплив цих завад (б) і дозволило виявити точкові об'єкти, які після подальшої обробки були класифіковані та розпізнані.

Рис. 4 ілюструє результати порівняння систем пеленгації джерел зовнішніх шумових випромінювань на основі АРФ (а) та на основі класичного швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) (б) в РЛС з двовимірною плоскою ФАР.

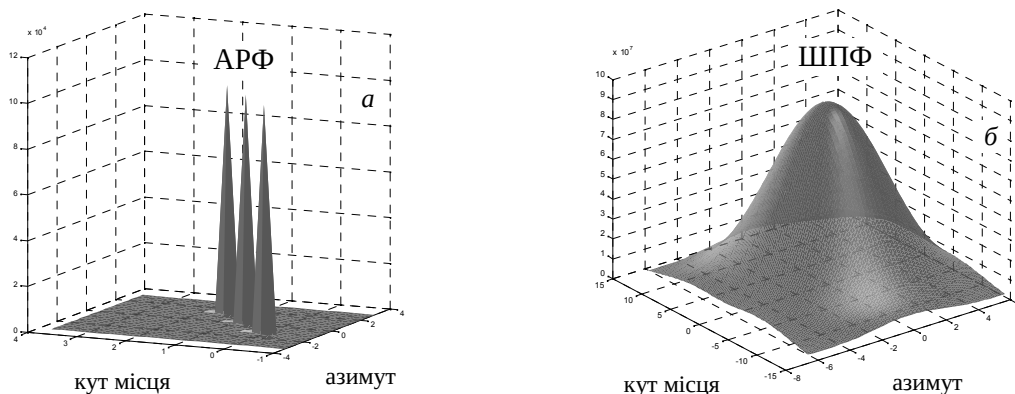


Рис. 4 «Надрозділення» джерел випромінювань на основі АРФ (а) у порівнянні з алгоритмом ШПФ (б)

Тут змодельована складна ситуація дії трьох джерел шумових випромінювань з напрямків у межах одного пелюстка діаграми спрямованості ФАР. Класична система в цьому випадку не розділяє джерела випромінювань і має вигляд, що відповідає наявності лише одного джерела. В той же час система на основі АРФ впевнено виявляє точну кількість джерел і дозволяє з високою точністю визначити їх кутові координати.

На даний час адаптивні системи просторово-часової обробки радіолокаційних сигналів на тлі завад різного походження, побудовані на уніфікованій структурно-алгоритмічній основі АРФ, успішно пройшли поширену теоретико-експериментальну перевірку в РЛС різних діапазонів хвиль та призначення. Доведено також, що вони можуть бути практично реалізовані на сучасній цифровій елементній базі. Приклади їх практичної реалізації показані на рис. 5.

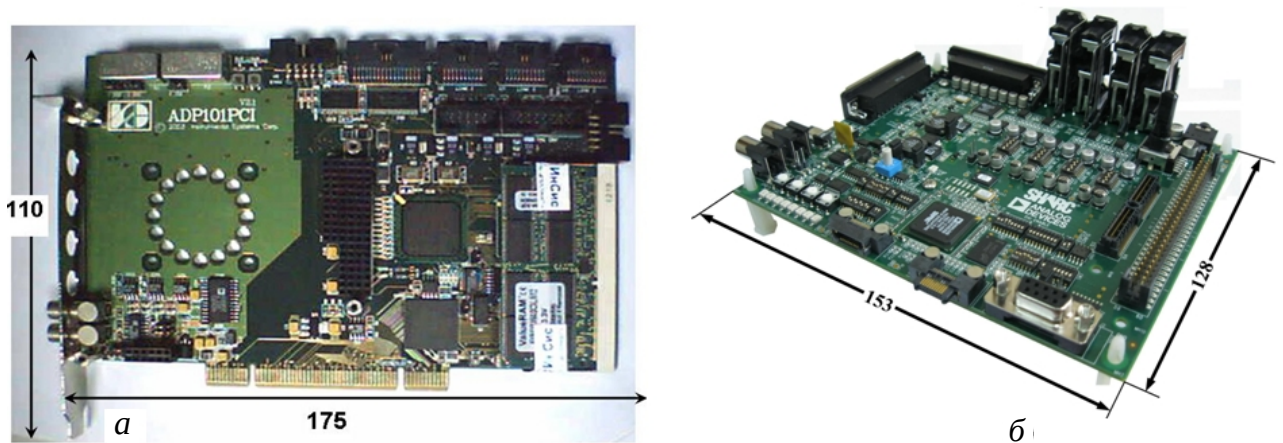


Рис. 5 Приклади практичної реалізації АРФ на сигнальних процесорах

В першому з них (а) АРФ реалізовано в модулі ADP-101PCI на основі процесора TS-101 сімейства "Tiger SHARC" фірми Analog Devices. У другому прикладі (б) використано комплект ADZS-21469-EZLite тієї ж фірми.

### Висновок

Втілення запропонованих науково-технічних рішень в радіолокатори контролю повітряного простору Збройних Сил України, які виробляються казенним підприємством «Науково-виробничий комплекс «Іскра» та державним підприємством «Науково-дослідний інститут радіолокаційних систем «Квант-радіолокація», а також в бортові радіолокатори літаків підвищить їх завадозахищеність в умовах завад різного походження. Зокрема, стане можливим захист від більшої в 3-4 разів кількості джерел шумових завад, на 20-25% збільшиться дальність виявлення повітряних цілей (літаків, вертольотів, безпілотних літальних апаратів) в умовах пасивних завад, на 15-25% зменшаться помилки вимірювання їх дальності, азимуту і висоти.

Луговської Е.В., Бойко О.М.

Інституту біохімії ім. О.В. Паладіна НАН України,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## **РОЗРОБКА НОВІТНІХ ІНГІБІТОРІВ ЗСІДАННЯ КРОВІ НА ОСНОВІ ФАРМОКОЛОГІЧНИХ АГЕНТІВ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ТРОМБІНУ ТА ФАКТОРУ Ха**

### **Короткий опис.**

Препарати, що здатні регулювати згортання крові знайдуть широке застосування в військовій медицині, специфіка якої значною мірою пов'язана з порушенням цілісності організму чи опіками значної поверхні тіла. Будь-яке поранення, та пов'язане з ним хірургічне втручання призводить до значної активації системи зсідання крові. Велика кількість пацієнтів гине внаслідок розвитку тромботичних ускладнень. Ще більшою мірою ця картина проявляється при опіках. Порушення системи зсідання крові призводить до розвитку внутрішньо-судинного мікрозсідання крові (ВЗК синдрому), який супроводжується активацією системи зсідання крові з наступною коагулопатією та поліорганною недостатністю.

Таким чином, будь-яке хірургічне втручання не обходиться без засобів, які здатні регулювати зсідання крові як під час нього, так і в післяопераційний період.

Найчастіше використовуються препарати гепарину та в подальшому антагоністів вітаміну К (варфарин, кумарин та ін.). Однак, ці препарати мають цілу низку недоліків, які лімітують частоту їх використання, ефективність та безпечність дії: необхідність постійного лабораторного контролю, велика кількість лікарських та метаболічних взаємодій, вузький терапевтичний діапазон та пов'язана з цим небезпека розвитку важких геморагічних ускладнень.

У порівнянні з гепарином та його аналогами, прямі інгібітори тромбіну мають важливі переваги, які роблять доцільним використання цих достатньо дорогих лікарських засобів (3-х денний курс терапії гірудином коштує більше 1000 \$ США), при лікуванні патологічних станів, при яких гепаринотерапія виявляється недостатньо ефективною.

Розробка терапевтичних агентів, які регулюють зсідання крові під час хірургічних втручань і значних опіків та вибірково спрямованих на інгібування активованих фактору Ха та тромбіну, представляє собою актуальну проблему. Новий препарат має володіти набором певних рис: керованістю гіпокоагуляції (відсутністю геморагічних ускладнень, зменшення необхідного рівня лабораторного контролю); наявністю лікарської форми для внутрішнього застосування; зручним режимом вживання (найменша кратність призводить до покращеного слідування рекомендаціям і зменшення вірогідності пропуску чергової дози); універсальністю (спрощене визначення адекватної дози); доступністю (невелика вартість).



### **Опис бажаного партнера.**

Тип бажаного партнера – медичний заклад, на базі якого будуть проведені медичні випробування, в результаті яких будуть отримані протоколи медичних випробувань та розроблені методичні рекомендації по медичному використанню комплексу, що дозволить отримати свідоцтво про Державну реєстрацію, який надає дозвіл на застосування виробу в медичній практиці та запровадження його у виробництво.

### **Стан розробки.**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка разом з Інститутом біохімії ім. О.В. Паладіна НАН України у 2013 році виконував роботу з пошуку нових патентоспроможних інгібіторів ферментів каскаду зсідання крові.

Внаслідок виконання роботи у 2012 році було створено бібліотеку інгібіторів тромбіну та фактору Ха (понад 4000 сполук), перелік рекомендацій щодо синтезу потенційних інгібіторів цих ферментів, здійснено їх вибірку з існуючих колекцій, а також проведено хімічний синтез понад 1000 нових хімічних сполук. Загалом отримано понад 5000 дослідних зразків хімічних сполук у кількості 10-100 мг з яких станом на початок 2014 року у 33 виявлено інгібуючі властивості по відношенню до ферментативної активності тромбіну на рівні  $10^{-7}$ - $10^{-9}$  моль, та 43 інгібітори фактору Ха з активністю  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  моль.

Виконання цієї роботи з переорієнтацією її на потреби військової медицини дозволило б отримати протягом декількох років низку новітніх специфічних засобів регулювання системи зсідання крові вітчизняної розробки, що дозволить:

- вирішити важливі суто медичні проблеми у цивільній і військовій сферах діяльності України;
- уникнути імпортозалежності України від постачальників ефективних інгібіторів зсідання крові як для потреб військової медицини, так і у цивільному житті;
- створити додаткові робочі місця у високотехнологічній сфері та за можливості реалізувати експортний потенціал.

**Маслов В.П.**

*Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України*

## **РОЗРОБКИ ІНСТИТУТУ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ ІМ. В.Є. ЛАШКАРЬОВА НАН УКРАЇНИ ЩОДО СТВОРЕННЯ НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

Відомо, що одним з головних напрямів наукових досліджень ІФН ім. В.Є. Лашкарьова НАН України є взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною. В той же час оптичний видимий та інфрачервоний діапазони випромінювання є інформативними і широко використовуються в приладах спостереження та прицілювання.

В доповіді наведено приклади розробок Інституту, які безпосередньо використовуються та можуть бути перспективними в подальшому:

1. Розроблено та вже використовується в тепловізорах спеціального призначення оптичний германій нового типу.
2. Розроблені нові технічні рішення з конструкції захисних оптичних вікон для приладів спостереження.
3. Розроблені інноваційні технології виготовлення обтікачів радіокерованих та інфрачервоних головок ракет самонаведення.
4. Розроблені нанотехнології з'єднання (нанодифузійне з'єднання та клейові з'єднання з нанодомішками) прецизійних деталей оптико-електронних приладів спеціального призначення, які працюють в екстремальних умовах.
5. Розроблені інноваційні методи неруйнівного оптичного контролю деталей, приладів та конструкцій.

Інститут проводить спільні роботи з Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України, Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, НВК Фотоприлад, ККНПП “Кварсит”, КП ”Завод “Арсенал”. Фактично вже працює науково-технічний кластер, діяльність якого потрібно підтримати та націлити на вирішення задач сьогодення та перспективних завдань.

Неділько С.А., Дзязько О.Г.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## **ДИСПЕРСНА ШИХТА ДЛЯ СИНТЕЗУ ВИСОКОМІЦНОЇ ОКСИДНОЇ КЕРАМІКИ**

### **Короткий опис**

Пропонується високодисперсна однорідна шихта частково стабілізованого диоксиду цирконію (ЧСДЦ). Розроблено проект технологічної інструкції для одержання експериментальної партії порошків в дослідно-промислових умовах.

Характеристики дисперсної шихти ЧСДЦ:

ЧСДЦ – білий м'який порошок, кубічної сингонії з густиною –  $5,98\text{г/см}^3$ , не розчинний в воді, органічних розчинниках. Середня молекулярна вага 126,4, вміст  $\text{ZrO}_2$  – 97% мол.,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  – 2,5% мол. Розмір часточок за уширенням дифракційної лінії складає 100 Å, за даними дисперсійного аналізу – від 30 до 50 мкм. Сполука не отруйна і не радіоактивна. Продукт пакується в поліетиленову тару.

Шихта ЧСДЦ має широке використання для в різних областях техніки (включно у військовій справі).

Статус власності науково-технічної продукції – сумісний патент на виробництво: 40% -розробники, 20% - Університет імені Тараса Шевченка, 40% - замовник (виробник) - партнер. Є додаткове ноу-хау.

Шихта ЧСДЦ має високу вогнетривкість і міцність, термічну і хімічну стабільність, низьку летучість при високих температурах.

### **Опис бажаного партнера.**

Потенційним партнером може бути промислове підприємство з різними формами власності, яке займається виробництвом жаростійкого покриття, конструкційної кераміки, твердооксидних паливних елементів.

### **Стан розробки**

Закінчена розробка.

Продукт може буди синтезований в лабораторних умовах (в кількості до 15 кг/місяць), або на потужностях замовника (від 3000 кг/місяць і більше в залежності від наявного обладнання).

**Неділько С.А., Дзязько О.Г.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ НАДПРОВІДНІ МАТЕРІАЛИ**

### **Короткий опис**

Пропонується розробка високотемпературних надпровідних матеріалів з температурою переходу у надпровідний стан 80-110К. Застосування таких ВТНП матеріалів дозволяє радикально знизити енергетичні затрати на створення сильних магнітних полів, збільшити щільність струму в обмотках електричних машин різного призначення, та істотно зменшити їх габарити і масу.

Шляхом варіювання хімічного складу базових ВТНП сполук досягається певна зміна фізико-хімічних властивостей синтезованих надпровідників (збільшення температури переходу у надпровідний стан, підвищення значення критичного струму і інше).

### **Опис бажаного партнера.**

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), що беруть участь у створенні високоточного озброєння, виробництва систем новітнього покоління для захисту від електромагнітного випромінювання, розробці нелетальної зброї.

### **Стан розробки**

Розробка виконується в рамках теми 11БФ037-01. Результати виконання теми можуть бути використані для створення електричних двигунів сухопутного та водного та авіаційного транспорту, надпотужних магнітів, надпровідних накопичувачів енергії, нелетальної зброї, обчислювальної техніки (за рахунок створення контактів Джозефсона), компонентів надвисокочастотного діапазону (генераторні прилади, пасивні елементи, резонатори, фільтри, лінії затримки), транзисторів з робочою частотою до 100 ГГц, чутливих електронних пристроїв (магнітометри, ВТНП-болметри для реєстрації ІЧ-випромінювання).

**Панченко А. Ю., Ключник И. И., Григорьева О. В.**  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## **МНОГОЛУЧЕВОЙ СОДАР ДЛЯ РЕШЕНИЯ МИКРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Решение микрометеорологических задач позволяет оценить метеообстановку на территориях до 10-100 кв.км и на высотах, соответствующих высоте атмосферного пограничного слоя (АПС) – части атмосферы, непосредственно прилегающей к поверхности Земли, около 1км. Прогноз микрометеорологических условий, охватывает интервалы до 0,5-1 часа. В районах нахождения аэро- и вертодромов особенно важно четкое определение сдвигов ветра, изменений плотности воздуха, образовавшиеся в результате температурных инверсий, прохождения атмосферных фронтов, изменения синоптических условий и прочее. В основе решения практических задач микрометеорологии лежит определение текущей метеообстановки системами метеонаблюдений с высокой разрешающей способностью. Современные системы радиозондирования, радиолокационные, радиотепловые и другие системы дистанционного зондирования атмосферы, основанные на использовании электромагнитных волн различных диапазонов, включая инфракрасный и диапазон видимого света, не имеют достаточной разрешающей способности. Значительно большей разрешающей способностью обладают системы акустического зондирования (АЗ). Кроме того, отсутствие электромагнитного излучения обеспечивает скрытность работы систем АЗ.

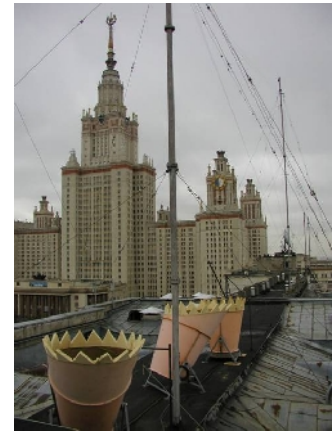
Системы АЗ или акустические лоаторы, известные в мировой науке и технике под названием содары, показали высокую эффективность при контроле параметров АПС. Акустические волны обладают существенно большей чувствительностью к изменениям параметров воздуха, чем электромагнитные. Физические возможности АЗ и технические возможности содаров оптимально соответствуют требованиям локации АПС. Однако, физические процессы взаимодействия акустических волн с атмосферой по сравнению с взаимодействием электромагнитных, значительно сложнее. Затухание, нелинейность, дисперсия, у акустических волн существенно выше, что не позволяет использовать простые линейные модели. Поэтому традиционные методы выделения информации, разработанные для радиолокации, в содарах могут иметь лишь ограниченное применение. Кроме того, динамика АПС сложна и многие ее механизмы до настоящего времени не имеют адекватного математического описания. Поэтому в настоящее время основным препятствием широкого использования содаров является

сложность, а иногда и отсутствие эффективных методов обработки полученной информации.

В настоящее время сформировался ряд основных схем содаров.



а



б

Рис. 1 – Трехкомпонентные содары

Обычно содары ориентированы на измерение скорости ветра. Для этого используется трехкомпонентная схема с наклонными лучами, вычисление полного вектора скорости ветра производится по доплеровскому сдвигу частоты в каждом из лучей на основании простых геометрических расчетов. На (рис.1.а) показан содар немецкой фирмы Metech. (<http://www.metek.de/product-variants/doppler-sodar.html>).

На рис.1.б показан содар кафедры физики атмосферы физического факультета МГУ ([http://atm563.phys.msu.ru/rus/text\\_direct.htm#dr\\_ilushin](http://atm563.phys.msu.ru/rus/text_direct.htm#dr_ilushin)).

Еще один распространенный тип содаров, основанный на использовании антенн типа фазированной решетки, представлен на рис.2. Управление происходит сразу группой электроакустических преобразователей. Такая схема позволяет в одной конструкции объединить трехлучевую антенну, шумозащитную бленду и реализовать трехкомпонентный метод измерения скорости ветра.



Рис. 2 –Гибридная антенна трехкомпонентного содара VT-1 фирмы «СЕНС-ОПТИК» РФ, Санкт-Петербург

Результаты содарных наблюдений представляются в виде оцифрованных сигналов или пространственно-временных полей их параметров – интенсивности или мгновенной частоты. В качестве примера показаны результаты наблюдений, проводившихся в ПНИЛ ЗА ХИРЭ. Образцы сигналов акустического зондирования представлены на рис.3,4.

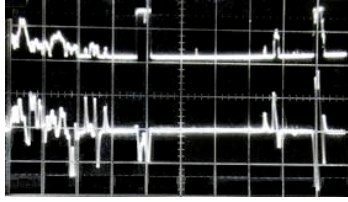


Рис.3. – Сигнал при ночной инверсии



Рис.4. – Сигнал при развитой турбулентности

На рис.5 показаны результаты сеанса содарного зондирования АПС вблизи границы суша-море в период антициклона при переменной облачности и краткосрочных осадках. Запечатлен момент разрушения слабой ночной инверсии и перехода к дневной конвекции, с одновременным поворотом бризовой циркуляции с образованием внутренних гравитационных волн.

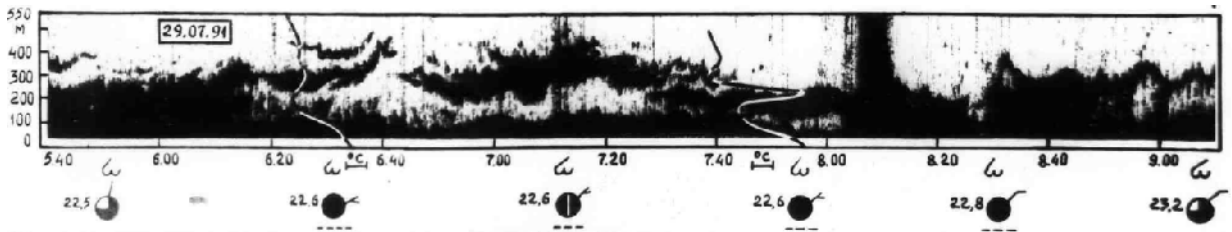


Рис.5

Таким образом, современные системы АЗ АПС основаны на использовании сравнительно простых методик извлечения информации. Увеличение ее объема требует как совершенствования конструкций содаров, так и развития математических методов обработки полученных сигналов.

Одним из направлений дальнейшего развития систем АЗ может быть использование голографических принципов определения структуры исследуемого объекта. Для этого на первом этапе можно использовать многолучевую антенну с единым фазовым центром.

В предлагаемой конструкции используется многоканальная обработка сигнала и многолучевая антенна с единым фазовым центром. Такое решение позволит существенно увеличить объем получаемой первичной информации. Разработанные нами методики извлечения конечной информации позволят визуализировать динамическую и температурную структуру АПС, и с большой степенью вероятности восстанавливать вертикальные профили основных метеовеличин.



Рис.6

Конструкция акустической защиты



Рис.7

Внешний вид антенной системы

Многочуевой содар (акустический локатор) состоит из антенной системы, блока формирования и обработки сигналов, ПК обработки информации.

Многочуевой содар предназначен для мониторинга нижнего слоя атмосферы (атмосферного пограничного слоя – 0...1 км) в целях определения структуры этой части атмосферы для обеспечения информацией необходимой для безопасности взлета/посадки самолетов (вертолетов), составления краткосрочных прогнозов локальных метеоусловий, необходимых для безопасного функционирования экологически опасных объектов, сельскохозяйственных, строительных и прочих работ.

Технические характеристики:

- высота зондирования до 1 км;
- питание от сети переменного напряжения 220В 50Гц;
- потребляемая мощность блока формирования и обработки сигналов 60Вт (средняя) 300Вт (импульсная);
- габаритные размеры антенной системы - Ø1,8м, высота - 3,0м;
- масса антенной системы не более 200кг.



**Плаван В.П., Гараніна О.О., Редько Я.В., Панасюк І.В., Супрун Н.П.**  
*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ТЕКСТИЛЬНІ ТА ШКІРЯНІ МАТЕРІАЛИ З БАР'ЄНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

### **Вступ.**

У сучасному світовому виробництві спостерігається стійка тенденція зростання обсягів виготовлення натуральних і синтетичних тканин, нетканих і шкіряних матеріалів та виробів з них спеціального призначення.

Актуальність роботи пов'язана з необхідністю підвищення ступеня індивідуального захисту військовослужбовців від електромагнітного і мікрохвильового випромінювання, надання вогнетривких і антимікробних властивостей текстильним і шкіряним матеріалам для одягу і взуття для експлуатації у надзвичайних ситуаціях.

Масове використання полімерних матеріалів в повсякденному житті є результатом чудової комбінації їх властивостей, мала маса та легкість обробки. Хоча, полімерні матеріали також відомі своєю відносно високою горючістю, що супроводжується утворенням токсичних газів і диму при горінні. Горючість полімерних матеріалів до сих пір є найбільшим обмеженням для їх використання у електрично-електронному секторі, на транспорті, у будівництві, при виготовленні захисного спорядження. Застосування полімерних матеріалів у деяких з цих сфер чітко регламентується Правилами пожежної безпеки (наприклад, Директива ЄС 89/391/СЄЕ щодо забезпечення безпеки і здоров'я працівників на робочому місці). Отже, поліпшення вогнетривких властивостей полімерних матеріалів, натуральних та синтетичних волокон представляє собою серйозну проблему для розширення їх використання у більшості сфер.

У численних областях застосування цей пожежонебезпечний фактор має бути зменшений шляхом використання антипіренів. Однак, деякі антипірени, зокрема бромовані системи, створюють проблеми для навколишнього середовища і здоров'я людей. Це призвело до поступового обмеження їх використання з 2000 року та створення нових Європейських норм. Крім того, використання бромованих антипіренів не схвалюється Директивою 2002/96/ЄС Європейського Парламенту.

Відомо, що мікрохвильове (надвисокочастотне) випромінювання (область радіочастот від 300 МГц до 300 ГГц, довжина хвиль від 1 м до 1 мм) шкідливо впливає на біологічні об'єкти, в тому числі на людину, а також на роботу багатьох технічних пристроїв зв'язку та комунікацій. Також мікрохвильовий діапазон частот широко використовується в радіолокації і засобах зв'язку. При проведенні військових операцій можливий вплив

мікрохвиль на людину і технічні пристрої. Тому вирішення завдань, пов'язаних з захистом від негативного впливу мікрохвиль є надзвичайно актуальним.

Захисні властивості магнітних тканин засновані на інтенсивному поглинанні мікрохвиль наночастинками магнетиту, локалізованими в нанопори фібрілярних волокон. Поглинання енергії мікрохвиль здійснюється за рахунок перекидання електронів між іонами  $\text{Fe}^{2+}$  і іонами  $\text{Fe}^{3+}$ , які займають різні структурні позиції в кристалічній решітці магнетиту. З магнітних текстильних тканин, що містять наномагнетит, можна виготовляти захисний одяг різного типу, покриття для бронежилетів, а також чохла та покривала як для постійного, так і для швидкого (екстреного) тимчасового екранізування технічних пристроїв або персоналу від мікрохвильового випромінювання.

В несприятливих умовах нормальна аутомікрофлора, що мешкає на поверхні шкіри людей, може викликати розвиток гнійної інфекції, крім того, ослаблення антимікробної резистентності сприятиме розвитку захворювань мікробної і грибової етіології, піодермітів і мікозів, тому виникає необхідність розроблення профілактичних заходів, направлених на зниження ризиків виникнення інфекційних захворювань шкіри військовослужбовців.

Покращення вогнетривких властивостей шкір досягається заміною звичайних антипіренів на більш стійкі та екологічно орієнтовані безгалогенові антипірени. На теперішній час, багато різних видів наноматеріалів були досліджені в якості антипіренів, що розрізняються як за хімічним складом так і за морфологією. Наприклад, такі матеріали як глини чи вуглецеві нанотрубки поліпшують вогнестійкість полімерних матеріалів [1-3], але одним із основних недоліків цих добавок є високий вміст в полімері, щоб досягти такого рівня поведінки полум'я під час горіння, як у випадку застосування звичайного галоген-місткого антипірену.

**Постановка завдання.** Мета роботи – отримання текстильних і шкіряних матеріалів з електропровідними, магнітними, вогнетривкими і антимікробними властивостями для індивідуального захисту військовослужбовців, на основі сучасних, науково-обґрунтованих екологічно орієнтованих технологій.

**Об'єкт дослідження.** Технології створення та властивості текстильних і шкіряних матеріалів зі спеціальними властивостями для індивідуального захисту військовослужбовців.

**Результати та їх обговорення.** Виходячи з нових принципів, наукових основ нанотехнологій створення недорогих і простих але ефективних і зручних при використанні матеріалів, що захищають особовий склад військових підрозділів та армійські засоби зв'язку і комунікацій від мікрохвильового випромінювання, розроблені магнітні текстильні матеріали, намагніченість насичення яких складає  $2 \div 10 \text{ А} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$  [4]. Подібні текстильні матеріали можуть бути вироблені з використанням існуючих в Україні сировини, класичних технологій та обладнання опоряджувального

виробництва, будуть мати широке застосування завдяки отриманню стійких до різного роду впливів забарвлень.

Розроблено спосіб отримання електропровідних текстильних матеріалів, який передбачає осадження наночастинок поліаніліну на поверхні волокна шляхом гетерокоагуляції з утворенням шару, стійкого до зовнішніх впливів. Перевагами розробленої нанотехнології створення електропровідного волокнистого матеріалу є технологічна простота його отримання, зниження витрат реагентів при виробництві. Запропонований електропровідний волокнистий матеріал може бути різного сировинного складу, який відповідає вимогам, наведеним в табл. 1.

Таблиця 1.

## Властивості електропровідного текстильного матеріалу

| № п/п | Найменування показників                                                      | Одиниці вимірювання | Показники                           | Засоби вимірювання                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.    | Питома електропровідність                                                    | См/м                | $1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^3$ | ГОСТ 19806–74                           |
| 2.    | Стійкість забарвлення до прання (прання № 1), не менше                       | бали                | 5/5/5                               | ГОСТ 9733.4–83<br>Шкала сірих еталонів  |
| 3.    | Стійкість забарвлення до тертя:<br>- сухого, не менше<br>- мокрого, не менше | бали<br>бали        | 4<br>2–3                            | ГОСТ 9733.27–83<br>Шкала сірих еталонів |

Також даний спосіб отримання електропровідного волокнистого матеріалу дозволяє зберігати достатню стійкість до мокрого та сухого тертя забарвлених волокнистих матеріалів, забезпечити питому електропровідність волокнистому матеріалу, яка дорівнює  $1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^3$  См/м [5], і відмовитись від використання вуглецевих та металізованих волокон, у виробництві яких використовуються складні технологічні процеси, пов'язані з використанням спеціального обладнання.

Таким чином, розроблені електропровідні текстильні матеріали можуть застосовуватися для виготовлення спеціального одягу для захисту військовослужбовців від потужних електромагнітних полів або електростатичної напруги; одягу, що має антистатичні властивості; обігрівачого одягу; антистатичного та армуючого додавання до тканин і полімерів, як текстильний нейтралізатор зарядів статичної електрики.

Необхідність використання виробів з бактерицидними і фунгіцидними властивостями в надзвичайних ситуаціях пов'язана з тим, що при їх використанні досягається захист людини від зовнішньої інфекції, знижується ризик виникнення інфекційного процесу на шкірі за рахунок аутогенного інфікування і уривається передача грибової і гнійничкової інфекції в зовнішнє середовище. Характеристика зразків, отриманих за розробленою

технологією надання антибактеріальних і фунгіцидних властивостей, наведена в табл. 2.

Таким чином, зразки, оздоблені композиціями, що проявляють антибактеріальну та фунгіцидну дію, мають досить високі показники стійкості забарвлення до прання і сухого та мокрого тертя, що розширює область застосування запропонованих композицій [6].

Таблиця 2

Характеристика зразків з антибактеріальними та фунгіцидними властивостями

| Оздоблювальні композиції з антибактеріальною та фунгіцидною дією | E.coli, КУО/мл    | S.aureus, КУО/мл | C.albicans, КУО/мл | Стійкість до тертя, бали ДСТ 9733.27-83 (сухе/мокре) | Стійкість до прання, бали ДСТ 9733.4-83 |
|------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1                                                                | 5                 | 362              | 18                 | 5/4                                                  | 5/5                                     |
| 2                                                                | 3,3               | 48,33            | $4,3 \cdot 10^3$   | 4/3                                                  | 5/5                                     |
| 3                                                                | $1,19 \cdot 10^4$ | 16,7             | $1,22 \cdot 10^4$  | 4/4                                                  | 3/5                                     |
| 4                                                                | $6,53 \cdot 10^2$ | 0                | $10,9 \cdot 10^3$  | 5/4                                                  | 4/5                                     |

Розроблена технологія одержання термостійких шкіряних матеріалів з високими показниками пружно-пластичних і гігієнічних властивостей. Запропонована технологія передбачає використання 2% *тетракіс(гідроксиметил)фосфонію сульфату* для підготовки голини до дублення замість сполук хрому і основне дублення танідами мімози з витратою 5% від маси голини з додатковою обробкою алюмокалієвими галунами у кількості 1% (в перерахунку на  $Al_2O_3$ ) від маси напівфабрикату [7], що забезпечує отримання шкір з температурою зварювання 115 °C і задовільними пружно-пластичними властивостями, які не суперечать вимогам нормативно-технічної документації (табл. 3). Виявлено, що *тетракіс-(гідроксиметил)фосфонію сульфат* здатний надавати полімерним матеріалам, зокрема шкірі, в тому числі і вогнетривких властивостей.

Перспективними вуглецевими матеріалами та композитами для поліпшення вогнезахисних властивостей полімерних матеріалів є графіт та його похідні.

В Україні є найбільше в Європі родовище природного лускатого графіту (селище Завалля Кіровоградської області), запаси якого оцінюються в 5 млн. т. Це створює прекрасну сировинну базу для розробки різних композитних матеріалів на основі графітів та подальшого впровадження таких матеріалів у промислове виробництво. У КНУТД розроблені методи хімічного очищення графіту до високої чистоти 99,95 % С і є успішний досвід застосування таких чистих графітів для електродів літій-іонних акумуляторів. Активно вивчаються властивості такого матеріалу як «інтеркальований» графіт, який знаходить практичне застосування при гасінні пожеж.

Таблиця 3

## Властивості шкіри безхромового дублення підвищеної термостійкості

| Дубильні матеріали             |                                    |                                    | $t_{sh}$ шкіри, °C | Межа міцності при розтягуванні, МПа | Відносне видовження при розриванні, % | Вміст речовин, які екстрагуються органічними розчинниками | рН хлоркалієвої витяжки |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Рослинний дубитель (% танідів) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % |                    |                                     |                                       |                                                           |                         |
| Мімоза 5%                      | 1                                  | -                                  | 115                | 12,4                                | 86                                    | 7,9                                                       | 6,3                     |
| Тара 5%                        | 2                                  | -                                  | 100                | 12,7                                | 86                                    | 5,4                                                       | 5,8                     |
| Контр. (Мімоза 10 %)           | -                                  | 0,5                                | 94                 | 12,8                                | 65                                    | 7,7                                                       | 3,2                     |
| ГОСТ 1904–81<br>Шкіри юхтові   |                                    |                                    | –                  | ≥12                                 | 15-30                                 | 9–15                                                      | 4,0–5,5                 |

Інтеркальований сірчаною кислотою графіт при різкому підвищенні температури спучується з утворенням терморозширеного графіту, щільність якого на порядок нижче ніж звичайного графіту. Гасіння полум'я в разі раптового займання засноване на різкому (більш ніж у 10 разів) збільшення обсягу такого вуглецевого матеріалу і його підвищеної термостійкості. Крім того, КНУТД має досвід створення і дослідження композитів графіту з наночастинками кремнію, олова, аморфного вуглецю. КНУТД також активно досліджує такий новий наноструктурований матеріал як графітований чорний карбон (GCB).

**Висновки.** Таким чином, розроблено технології отримання текстильних і шкіряних матеріалів із спеціальними властивостями, які можуть застосовуватися для індивідуального захисту військовослужбовців.

**Література:**

1. Kashiwagi T, Du F, et al. "Flammability properties of polymer nanocomposites with single-walled carbon nanotubes: effects of nanotube dispersion and concentration" Polymer – 2005. – № 46(2). – P. 471–81.
2. Bourbigot S, Duquesne S, Jama C. "Polymer nanocomposites: how to reach low flammability?" Macromolecular Symposium – 2006. – №233(1). – P. 180–90.
3. G. Beyer, Polym. Adv. Technol., 2006, 17(4), 'Flame retardancy of nanocomposites based on organoclays and carbon nanotubes with aluminium trihydrate" Polym Adv Technol –2006. – № 17. – P. 218–25.
4. Редько Я.В. Дослідження магнітних властивостей волокнистих матеріалів, що містять наночастинки магнетиту / Я.В. Редько, О.В. Романкевич, О.Б. Брик // Вісник КНУТД – 2013. – № 1 (69). – С. 111-117.

5. Пат. 102413 (UA), МПК D06M 15/00. Спосіб отримання електропровідного волокнистого матеріалу / Редько Я.В., Романкевич О.В. – № а201106310; Заявл. 19.05.2011; Опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13.
6. 2011 Пат. 57136 (UA) МПК D06P 1/02 Спосіб обробки волокнистих матеріалів. / Гараніна О.О., Кирьяков О.М., Романкевич О.В. – No. U201009443; Заявл. 28.07.2010; Опубл. 10.02.2011; Бюл. № 3.
7. THPS Pretreatment before tanning (Chrome or Non-Chrome) / V. Plavan, V. Valeika, O. Kovtunenکو, J. Shirvaityte // J. of the Soc. of Leather Techn. and Chem.– 2009. – Vol. 93(5). – P. 186–192.

**Поленица П.В., Коплик І.В., Курбатов Д.І.**

*Сумський державний університет,*

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України*

## **МАТЕМАТИЧНЕ, ПРОГРАМНЕ, ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ЛІНГВІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБКИ СУЧАСНОГО РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ**

В теперішній час у зоні АТО бойові дії проводяться переважно з використанням піхоти та артилерії. Сучасне застосування якої показало, що її технічний стан не в повній мірі відповідає бойовому застосуванню, а практична відсутність засобів артилерійської розвідки, не дає змоги своєчасно і ефективно проводити ураження противника. Повністю відсутні засоби балістичної та метеорологічної підготовки, що не дозволяє уражати об'єкти при визначенні установок для стрільби. Це призводить до обов'язкового проведення «пристрільки», що збільшує час перебування на вогневих позиціях та підвищує можливості противника до ураження позицій артилерії ЗСУ. І загалом, відсутність централізованого та децентралізованого управління артилерією і постановки задач значно знижує ефективність застосування артилерії та РСЗВ.

Сумський державний університет сумісно з фахівцями філії Центрального науково-дослідного інституту озброєння і військової техніки Збройних Сил України (м. Суми) має значний досвід виконання робіт щодо наукового супроводження розробки і модернізації ракетно-артилерійської техніки. Так лише за останній рік університет виконав 5 таких контрактів, серед замовників – потужні підприємства-виробники озброєнь: ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» та Китайська корпорація з експорту та імпорту електроніки «CEIEC» (КНР, Пекін).

### **Основними напрямками досліджень є наступні:**

- розробка автоматизованих систем управління (АСУ) військами, частинами, підрозділами та озброєнням;
- створення методик оцінки ефективності бойових частин (БЧ) ракет, артилерійських снарядів та мін на етапі прийняття рішення;
- створення та коригування розрахункових таблиць стрільби (ТС);
- воєнно-економічний аналіз доцільності розробки та модернізації нових зразків артилерійського озброєння з урахуванням їх бойового призначення на основі моделювання бойових дій;
- оптимізація набору техніко-тактичних характеристик (ТТХ) засобів озброєння;
- розробка словників оперативно-тактичних термінів та формалізації бойових документів тощо

Таким чином, СумДУ спільно з фахівцями філії ЦНДІ ОВТ ЗСУ готовий приймати активну участь у математичному, програмному, інформаційному і лінгвістичному забезпеченні розробки та модернізації сучасного ракетно-артилерійського озброєння для потреб Збройних Сил України.



**Поленица П.В., Коплик І.В., Шийко О.М.**

*Сумський державний університет,*

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України*

**РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ  
АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ ЗА ЇХ  
КРЕСЛЕННЯМИ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ  
ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ПРИ СТВОРЕННІ НОВИХ ЗРАЗКІВ  
АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ**

Аналіз сучасного стану теоретичних основ та практичних методів розрахунку аеродинамічного опору тіл обертання показує, що традиційно відшукуються три складові аеродинамічного опору: опір тертя, опір тиску на головній частині та донний опір. Для всіх трьох складових опору в існуючій літературі пропонуються методи розрахунку відповідних аеродинамічних коефіцієнтів, які мають як суто теоретичне походження, так і базуються на експериментальних дослідженнях. Особливістю більшості відомих методів є те, що вони мають певні обмеження і призначені для розрахунків окремих складових аеродинамічного опору в фіксованому діапазоні швидкостей набігаючого потоку. В свою чергу, на етапі конструкторської розробки нових зразків артилерійського озброєння існує потреба в проведенні балістичних розрахунків з метою перевірки запропонованої конструкції снаряда тактико-технічним вимогам по дальності польоту та іншим характеристикам траєкторії при умові зміни швидкості набігаючого потоку в широкому діапазоні до-, транс- та надзвукових значень. Такі балістичні розрахунки на сучасному етапі можуть бути виконані шляхом чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь зовнішньої балістики снаряда. Точність розрахунків залежить від того, наскільки точно на кожному кроці чисельного інтегрування обчислюються коефіцієнти складових сили аеродинамічного опору снаряда: аеродинамічний коефіцієнт тертя, аеродинамічний коефіцієнт тиску та аеродинамічний коефіцієнт донного опору в широкому діапазоні зміни швидкості набігаючого потоку по траєкторії польоту снаряда. Більш точні методи, як правило, передбачають і значно більший обсяг обчислень, або ж існують у вигляді графічних залежностей, що робить їх непридатними для прямого використання при балістичних розрахунках. В зв'язку з цим актуальним є розробка придатного для проведення балістичних розрахунків комбінованого методу розрахунку аеродинамічного опору артилерійських снарядів за їх кресленнями в широкому діапазоні до-, транс- та надзвукових швидкостей польоту. Такий метод може бути по'єднанням існуючих методів обчислення

аеродинамічних коефіцієнтів окремих складових сили опору та нових залежностей, які є результатом аналізу та узагальнення наведених в доступних джерелах інформації експериментальних даних, що дозволить обчислювати аеродинамічні коефіцієнти опору тертя, опору тиску та донного опору в залежності від польотних чисел Маха та Рейнольдса при до-, транс- та надзвукових швидкостях польоту, що має місце на траєкторії польоту.

Розробка розрахункових таблиць стрільби є необхідним етапом створення та впровадження нових зразків артилерійського озброєння. На цьому етапі по кресленнях снаряда та при відомих його початкових швидкостях проводяться розрахунки параметрів траєкторії: дальності польоту, висоти траєкторії, кута падіння, часу польоту та деяких інших при різних кутах прицілювання. Ці параметри при сучасному рівні розвитку балістичних досліджень розраховуються шляхом чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь руху снаряда. Зрозуміло, що при цьому розрахункова та математична моделі руху снаряда повинні по можливості точніше враховувати аеродинамічні сили, що діють з боку повітря на снаряд. Цій вимозі відповідають так звані „повні” системи диференціальних рівнянь. Вони містять рівняння, що описують рух центру мас снаряда та обертання снаряда відносно центру мас. В них враховуються всі можливі складові аеродинамічних сил та моментів.

Розв’язання задачі зовнішньої балістики на підставі повної системи диференціальних рівнянь руху снаряда ускладнюється тим, що потребує знання значної кількості коефіцієнтів аеродинамічних сил та моментів снаряда. Визначення цих коефіцієнтів навіть поодиночі є складною науково-технічною задачею. Разом з тим, при таких кутах нутації, що мають місце в більшості випадків руху артилерійських снарядів, рух центра мас снаряда мало залежить від руху снаряда навколо центра мас. В такому разі для розв’язання головної задачі балістики визначення дальності польоту снаряда та пов’язаних з нею величин можливо використати обмежену кількість рівнянь, розглядаючи снаряд як матеріальну точку, на яку діють сила тяжіння та сумарна аеродинамічна сила лобового опору.

Розподілені по поверхні снаряда аеродинамічні сили опору в загальному випадку можливо поділити на три складові: сили опору тертя (опір тертя); сили опору, пов’язані з підвищенням тиску на головній частині (опір тиску); сили опору, пов’язані з розрідженням за донним зрізом снаряда (донний опір). Величина кожного з компонентів аеродинамічного опору визначається формою тіла та його головними розмірами, режимом течії (тобто числами Маха, Рейнольдса та температурного фактору). На сучасному етапі розвитку аеродинаміки найбільш поширеним та результативним шляхом визначення аеродинамічних сил є розрахунково-дослідний. Інколи, коли форма снаряда близька до форми еталонного снаряда, можливо за допомогою

коефіцієнта форми дати орієнтовну оцінку аеродинамічних коефіцієнтів снаряда на підставі досвіду. Але цим шляхом можливо вдатися до суттєвих помилок.

В цілому задача визначення аеродинамічного опору льотних об'єктів є надзвичайно складною, що визначається складністю процесів обтікання. Її всебічне вирішення потребує створення спеціалізованих наукових організацій або ж підрозділів галузевих наук, які б досконально опанували та використовували існуючі сучасні методи аеродинамічних розрахунків, мали сучасну дослідницьку базу (аеродинамічні труби, траси та полігони для стрільби). Наприклад, в Російській Федерації потреби артилерії в аеродинамічних дослідженнях задовольняються завдяки існуванню таких всесвітньо відомих наукових організацій як ЦАГІ, Артилерійська академія та ряду інших. **В теперішній час в Україні не існує організації, які б системно займалися проблемами аеродинаміки та балістики для потреб артилерії.** Але існуюча на теперішній час відкрита інформація про результати експериментальних досліджень та відомі методи розрахунків окремих складових аеродинамічного опору при детальному аналізі та професійному сприйнятті дозволяють створювати достатньо ефективні методи розрахунку окремих складових аеродинамічного лобового опору тіл обертання.

Авторами розроблено пристосований для отримання розрахункових таблиць стрільби комбінований метод визначення аеродинамічних коефіцієнтів складових аеродинамічного лобового опору неопірених та опірених артилерійських снарядів при нульовому куті атаки за їх кресленнями, що передбачає застосування як відомих методів їх розрахунку, так і створених залежностей, які є результатом аналізу та узагальнення наведених в доступних джерелах інформації експериментальних даних, що дозволяє обчислювати аеродинамічні коефіцієнти опору тертя, опору тиску та донного опору в залежності від польотних чисел Маха та Рейнольдса при до-, транс- та надзвукових швидкостях польоту.

В роботі аеродинамічний коефіцієнт сили лобового опору  $C_x$  знаходиться з урахуванням всіх складових аеродинамічних сил. При розробці методу розрахунку  $C_x$  використовуються різноманітні джерела інформації як вітчизняного, так і закордонного походження. Зокрема, складова опору тертя  $C_x$  визначається на основі інтерполяційних формул, що належать проф. Коваленко В. М. Метод розрахунку обґрунтований теоретично та експериментально. Досліди були проведені в вільному потоці та в аеродинамічних трубах ЦАГІ ім. Жуковського та в Інституті теоретичної і прикладної механіки Сибірського відділення АН СРСР. На погляд авторів, розрахунок по інтерполяційним формулам забезпечує достатню точність (похибка не перевершує 3-4%). Формули придатні при  $0 < M < 10$ ,  $10^5 < Re < 10^{10}$ .

Для визначення опору тиску снарядів при надзвукових швидкостях польоту застосовується теорія стрибків ущільнень, що виникають при надзвуковому обтіканні на їх головних частинах. Вона дає змогу визначити кут нахилу стрибка та параметри потоку безпосередньо за стрибком ущільнення. Для подальшого вирішення задачі про розподіл параметрів потоку в околиці снаряда та на його поверхні за стрибком ущільнення, є можливість використати відомий в теорії надзвукової газової динаміки метод характеристик. Цей метод всебічно розроблений для розв'язання рівнянь руху сталих надзвукових газових течій. Зміст методу характеристик зводиться до того, що рішення рівнянь газової динаміки знаходиться за допомогою рівнянь особливих ліній, які зветься характеристиками та уявляють з себе лінії слабких збурень (лінії Маха), вздовж яких поширюються збурення в стискаємому середовищі. Знайшовши за допомогою характеристик значення тиску в окремих точках поверхні снаряда за стрибком ущільнення, його потім можна інтерполювати, наприклад поліномом Лагранжа, а потім інтегрувати по боковій поверхні снаряда, отримуючи таким чином значення сили хвильового опору, або ж відповідного аеродинамічного коефіцієнту.

Розрахунок донного опору також досить точно виконується на підставі Керівництва для конструкторських артилерійських підрозділів Військово-морських сил США. Деяка інформація з цього довідника мається в розпорядженні авторів роботи та містить значну кількість найбільш достовірних розрахункових та експериментальних результатів американських вчених. В джерелі приводяться дані по опору тертя, опору тиску та донному опору для тіл обертання відносних подовжень, притаманних артилерійським снарядам. Дані наводяться у вигляді графіків, за якими отримані інтерполяційні формули для коефіцієнту донного опору у широкому діапазоні дозвукових, транс-звукових та надзвукових швидкостей польоту.

Перелічене вище складає основу методики розрахунку аеродинамічних коефіцієнтів артилерійських снарядів за їх кресленнями, що була використана при визначенні  $C_x$  снарядів ОФ-540 та ОФ „Флеш” для БМП-3 за кресленнями їх зовнішніх контурів. Значення  $C_x$  цих снарядів використовувалися для розрахунків Таблиць стрільби. Розрахунки параметрів траєкторій велися на основі обмеженої кількості рівнянь розробленої „повної” системи диференціальних рівнянь руху снаряда. Досвід розрахунків показав, що за умови обмеженості знань аеродинамічних коефіцієнтів, допустимо головні розрахункові параметри траєкторії визначати за допомогою  $C_x$ , обмеживши кількість рівнянь в системі. При цьому піддаються розрахунку і такі важливі параметри траєкторії як бокові відхилення і відхилення по дальності за рахунок вітру та деривація снаряда, стабілізованого обертанням.

Авторами отримано придатний для практичного застосування метод розрахунку аеродинамічних коефіцієнтів складових аеродинамічного лобового опору неопірених та опірених артилерійських снарядів при

нульовому куті атаки за їх кресленнями. За допомогою розробленого методу можливо обчислювати аеродинамічні коефіцієнти опору тертя, опору тиску та донного опору снаряда в залежності від польотних чисел Маха та Рейнольдса при до-, транс- та надзвукових швидкостях польоту. Метод враховує особливості геометрії снаряда та дозволяє проводити розрахунки аеродинамічного лобового опору снаряда в кожній точці траєкторії при чисельному інтегруванні рівнянь зовнішньої балістики снаряда. Така особливість методу робить його придатним для застосування при розробці таблиць стрільби нових зразків артилерійського озброєння.

**Поповський В.В., Павлов П.П.**

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

## **ДЕТЕКТОР ПРОХОДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ МАГНІТНОГО ГРАДІЄНТОМЕТРА**

Пристрій призначений для виявлення транспортних одиниць, які мають певну масу феромагнітного матеріалу. Принцип роботи заснований на локальній зміні магнітного поля Землі при русі в ній об'єкта виявлення. Пристрій реагує тільки на феромагнітні матеріали і тільки на рухомі по відношенню до пристрою предмети.

Перевагою пристрою є нечутливість до постійного магнітного поля, що дозволяє встановлювати прилад на будь-яких металевих опорах, в тому числі на рухомих об'єктах. Іншою важливою перевагою розробленого об'єкта є нечутливість його до власного переміщення в магнітному полі Землі, що зазвичай відбувається при тремтінні опори і земної поверхні, що виникають при вибухах.

За допомогою пристрою можливо вирішувати такі завдання:

1. Виявлення окремих транспортних одиниць (автомобілів, танків), колон бойової техніки та ін., що проходять поряд заданого рубежу, де встановлено пристрій.
2. При установці на маніпулятор, який рухається по поверхні, можливо виявляти міни та інші металеві предмети.
3. Комбінація з двох пристроїв може слугувати для виявлення напрямку об'єкту, що рухається та активного управління ракетою знищення.
4. В комплекті з підризником міни можливо знищувати транспортні засоби, що проходять поряд.

### **Стан розробки**

Пристрій виявлення виконано у вигляді лабораторного макета і випробувано при різних ситуаціях і різних рівнях змін магнітного поля, що викликано переміщенням магнітних об'єктів, включаючи дрібні предмети: ключі, ножі, пістолети, а також великі: автомобіль, трамвай і ін. Пристрій виконано у вигляді лінійки розміром 35-40 см, в алюмінієвому циліндрі діаметром  $\varphi = 4$  см.

### **Параметри об'єкта**

Живлення: акумулятор або батарея 12 В.

Дальність виявлення: дрібні об'єкти виявляються на відстані до 1 метра, великі - до 10-20 метрів.

Вартість розробки в еквіваленті – 480 тис. грн. Мається в наявності кілька зразків і схемне рішення. Після деталізації пристрій може бути прийнято до виробництва.

**Прохоров В.П., Єфимов О.Є., Прохоров О.В.**

*Науковий парк «Радіoeлектроніка та інформатика» Харківського національного університету радіoeлектроніки*

*Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

## **РОЗРОБКА ТА ВИГОТОВЛЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ПОВІТРЯНОГО МОНІТОРИНГУ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ (БФКПМ) НА ОСНОВІ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗЛЬОТУ І ПОСАДКИ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (ІСППР)**

Багатофункціональний комплекс на основі безпілотного літального апарату (БЛА) призначений для розвідки та контролю місцевості і об'єктів, проведення відео –, фото – зйомки, отримання іншої інформації в режимі реального масштабу часу.

Основним елементом комплексу є безпілотний літальний апарат вертикального зльоту та посадки (гексокоптер (рис.1) і квадрокоптер (рис.2)) з курсовою камерою, комплектом радіоелектронного обладнання та наземною станцією керування (НСК).



Рис. 1



Рис. 2

### **До складу комплексу 1 входить:**

- гексокоптер (рис. 1);
- канал зв'язку з переданням телеметрії та відеозображення;
- автопілот;
- корисне навантаження;
- акумуляторна батарея;
- злітна маса носія складає приблизно від 5.0 до 13.0 кг;
- маса корисного навантаження – від 0 до 6.5 кг;
- тривалість польоту з масою корисного навантаження 1.5 кг складає 40 хв;
- швидкість горизонтального польоту квадрокоптерів складає 10м/с.

### **До складу комплексу 2 входить:**

- квадрокоптер (мал. 2);
- канал зв'язку з переданням телеметрії та відеозображення;
- автопілот;
- корисне навантаження;
- акумуляторна батарея;
- злітна маса носія складає приблизно від 4 до 7 кг;
- маса корисного навантаження – від 1.0 до 2.0 кг;
- тривалість польоту від 40 до 60 минут;
- швидкість горизонтального польоту квадрокоптерів складає 10м/с.

Наземна станція керування (рис. 3) для комплексів використовує програмне забезпечення для автономних польотів та антенний комплекс, а для збільшення дальності використовується спрямовані наземні антени та посилювачі потужності сигналів до 10 км (рис. 4).

Керування польотом БЛА здійснюється з НСК одним оператором в автоматичному режимі з можливістю оперативного корегування маршруту польоту.



Рис. 3



Рис. 4

НСК складається з планшетного комп'ютера у захищеному від пилу та вологи удароміцному кейсі зі встановленим на нього спеціальним



програмним забезпеченням (СПЗ) (рис. 5), яке дозволяє контролювати рівень заряду батареї, якість сигналу, висоту, GPS – положення, час польоту та багато іншого, комплексу антен для прийому та передачі, посилювачів потужності для антенного комплексу і радіоприймача супутникової навігації GPS.

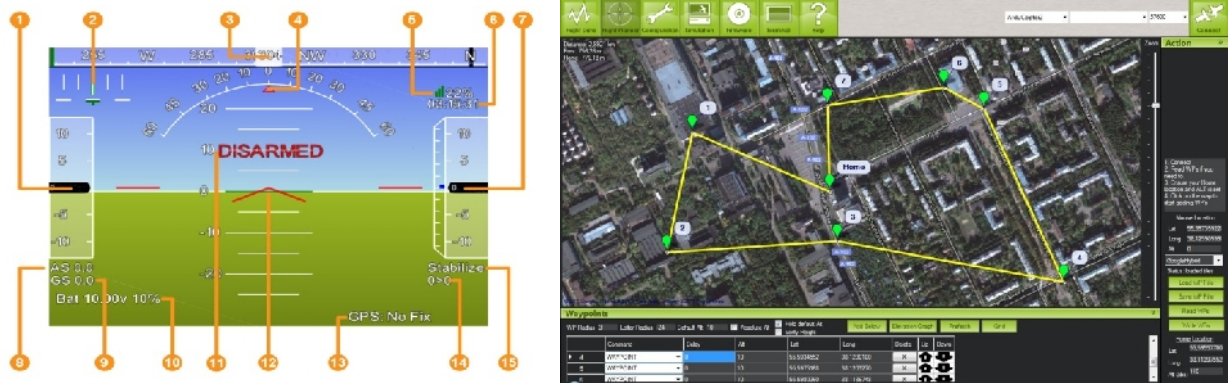


Рис. 5 - Інтерфейс програми для формування польотного завдання для багатороторного БЛА

Маршрут польоту формується оператором за допомогою СПЗ на комп'ютері, з прив'язкою до електронної карти місцевості. Данні з маршруту польоту передаються на борт БЛА через радіоканал керування.

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень застосовується як у складі наземного, так і бортового комплексу (рис. 6).

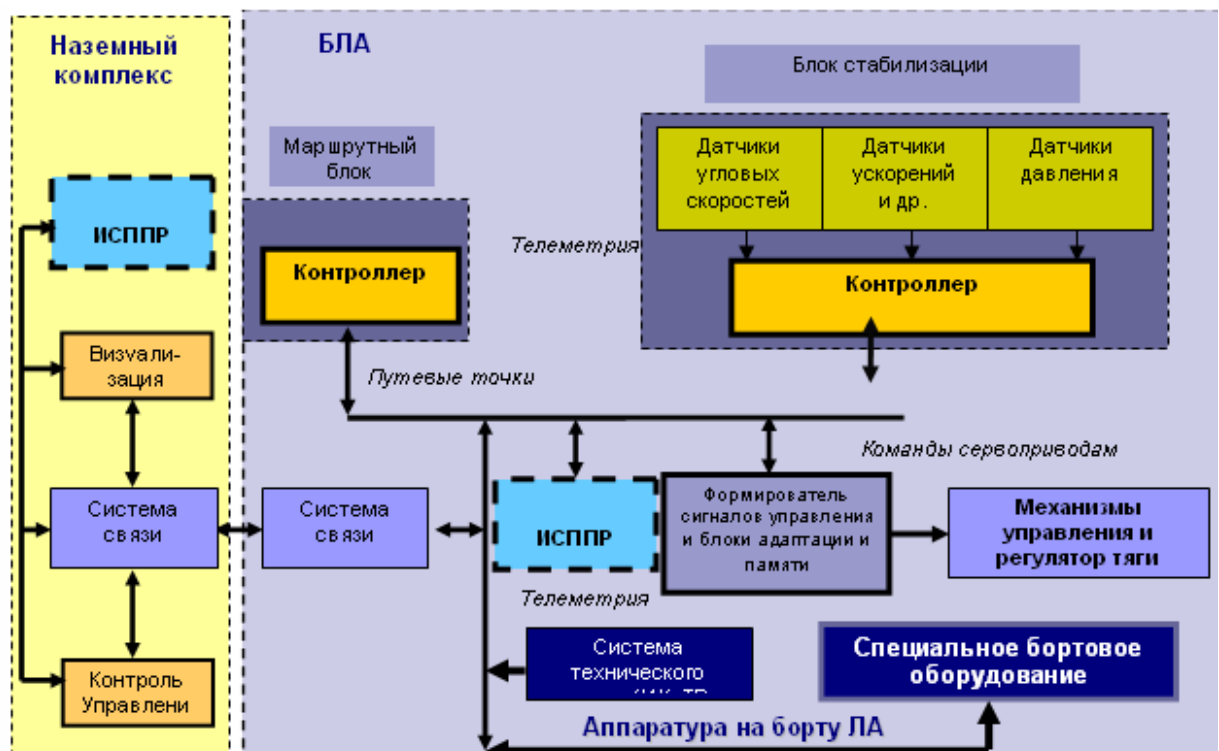


Рис. 6

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень призначена для вирішення наступних задач:

- планування польотів і траєкторій обльоту, поради з вибору стратегії моніторингу і кількості БЛА (облік площі моніторингу, ТТХ БЛА, задач, періодичності, затратних характеристик і ін.);
- формування рекомендацій з дистанційного керування або керувальних впливів у випадку автономного функціонування у складі керувальної програми: контроль і аналіз інформації про поточні значення кутів крену, курсу і тангажу, швидкості польоту; аналіз витрачання і запасу палива, аеродинамічних впливів (зони підвищеного і зниженого опору повітря, «теплові» потоки і ін.); виявлення відхилень в режимах роботи бортового обладнання; контроль маршруту і графіку польоту, стеження за відвідуванням контрольних точок маршруту, охоронних та заборонених зон; проведення нових вимірювань, вимірювання траєкторії стеження за об'єктом, розширення області спостереження і ін.;
- керування групою БЛА (координація і узгодження сумісних дій).

В якості корисного навантаження квадрокоптера, гексокоптера, наприклад, використовується гіростабілізована оптико-електронна система (ГОЕС) (рис.. 7) та 3-х осьовий підвіс (рис. 8).



**Рис. 7**



**Рис. 8**

**Прохоров В.П., Прохоров А.В.**

*Научный парк «Радиоэлектроника и информатика» Харьковского национального университета радиоэлектроники*

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»*

## **ПРОГРАММНАЯ ОБОЛОЧКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Возрастающая сложность и многозадачность различных аспектов деятельности, существенное усложнение процесса принятия решений в условиях нечеткости и неопределенности исходной информации, необходимость учета большого числа трудноформализуемых и взаимосвязанных факторов, постоянно растущие требования к повышению эффективности существующих методов решения логико-аналитических задач, обеспечение адаптации к динамично изменяющимся условиям и задачам приводят к необходимости создания и развития существующих систем поддержки принятия решений (СППР) для ситуационных центров (в том числе штабов различного уровня) на основе современных интеллектуальных информационных технологий.

Предлагается платформа, которая обеспечивает поддержку всех этапов по разработке интеллектуальных систем поддержки принятия решений, их адаптацию для решения прикладных задач в любых предметных областях, хранение баз знаний и данных в датацентрах, предоставление доступа к интеллектуальным системам как к сервисам удалённо через веб-интерфейс. Интеллектуальные СППР позволяют производить в режиме реального времени получение данных из серверов датацентра или внешних источников, рассуждения на основе правил, хранящихся в базе знаний, предоставление результатов для визуализации в естественно-языковой форме для пользователей, архивирования, выдачи в другие информационные системы. Поддерживается работа с онтологиями и вывод на них, что дает возможность подключения дополнительных категоризированных баз знаний. Сервисы платформы обеспечивают наполнение, корректировку и пополнение баз знаний интеллектуальных систем в процессе их эволюционного развития. При создании моделей знаний используется простой и удобный язык описания экспертных знаний. Поддержка различных источников данных и веб-сервисов позволяет проще интегрировать СППР в разнородное программное окружение.

Интеллектуальные СППР создаются для решения следующих задач:

- анализ, оценка и распознавание ситуаций, объектов;
- контроль, оценка и диагностика состояний, параметров;
- оценка важности и приоритета альтернатив;

- выявление и оповещение о чрезвычайных, аварийных ситуациях, угрожающих состояний и их регистрация;
- прогнозирование развития событий, ситуаций и действий;
- реализация алгоритмов и сценариев действий;
- формирование рекомендаций, советов и оценивание вариантов решений;
- обеспечение быстрой настройки, адаптации и модификации системы к новым условиям эксплуатации.

Для ситуационного центра в основном создаются СППР следующих типов:

- СППР диагностики – определяют характер отклонения контролируемых показателей от нормы и на основе этого решают задачу выявления ситуации;
- СППР мониторинга – ориентированы на непрерывную интерпретацию данных в реальном времени и сигнализацию о выходе тех или иных параметров за допустимые границы;
- СППР прогнозирования – делают заключения о будущем развитии событий исходя из текущей ситуации, прогнозируют развитие при разных схемах решения;
- СППР планирования – определяют оптимальные планы действий и осуществляют контроль за их выполнением.

Функциональные возможности платформы:

- создание прикладных интеллектуальных СППР для любых предметных областей и информационных систем с целью их интеллектуализации;
- предоставление контролируемого доступа к интеллектуальным системам как к сервисам через Интернет;
- обеспечение единой среды разработки, выполнения и управления интеллектуальными системами для коллективной деятельности пользователей, экспертов и специалистов различных предметных областей при корректировке и пополнении баз знаний в процессе эволюционного развития;
- средства интеграции с другими информационными системами, СУБД и сервисами;
- встроенная библиотека функций и эффективный механизм подключения разных расчетных сервисов;
- реализация дедуктивного механизма логического вывода при разных стратегиях сокращения перебора;
- диалоговое взаимодействие и формирование ответов осуществляется на естественном языке;
- оценка важности и определение приоритетов альтернатив и вариантов решений;
- возможность формирования цепочки событий, фактов, критериев и правил объяснения предлагаемых решений.

Платформа разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений состоит из следующих элементов:

- интегрированная среда разработки – средства графического интерфейса пользователя, включающие редактор базы знаний, различные мастера, средства контроля и отладки;
- база знаний – включает в себя базу правил или аксиом и базу вопросов и предназначена для формализованного описания логических задач на простом внутреннем языке описания экспертных знаний;
- модуль логического вывода – центральный элемент ядра программного комплекса, предназначенный для логического вывода следствий (ответов) из системы правил (аксиом), которые находятся в базе знаний, с использованием модифицированного метода резолюций;
- библиотека встроенных функций – предназначена для выполнения соответствующих функций, отношений, алгоритмов в процессе логического вывода и используется при формировании базы правил;
- библиотека означивающих/расчетных модулей – система позволяет практически любой программный компонент подключать к системе в качестве предиката для логических правил. Библиотека включает готовые программные модули, среди которых: оценка с помощью метода анализа иерархий, решение оптимизационных задач различными методами, нейросетевой вычислительный модуль, генетический алгоритм и др.;
- планировщик – определяет порядок обработки логических задач, взаимодействует с источниками данных, запускает процесс логического вывода;
- модуль контроля параметров – обеспечивает работу системы в режиме реального времени с архивированием результатов работы, выдачей экстренных сообщений и выработкой управляющих воздействий;
- модуль алгоритмов действий – поддержка и сопровождение действий пользователя в различных ситуациях с использованием базы алгоритмов или сценариев;
- модуль объяснения – предоставляет исчерпывающую информацию о причинах получения того или иного ответа (фактах и правилах), задействованных в логическом выводе, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату;
- модуль формирования управляющих воздействий – предназначен для формирования управляющих воздействий и выдачи их во внешние устройства и другие информационные системы;
- модуль архивирования – архивирование результатов решения логических задач;
- модуль генерации отчетов – формирование отчетов в формате doc, xls и html;
- парсер/конвертер онтологий OWL – предназначен для преобразования онтологий в формате OWL во внутренний язык описания экспертных знаний, для чего используются метамодел, включающие в себя правила преобразования в онтологические конструкции, механизмы распознавания концептов и значений атрибутов, а также позволяющие реконструировать отношения между концептами в онтологии. В ходе логического вывода

система позволяет также установить корректность онтологии, является ли она полной, нет ли нарушений в семантических связях, т.е. все извлеченные факты подтверждаются фактами из онтологии;

- универсальный означающий модуль (ODBC-клиент) – обеспечение доступа для получения фактов из баз данных с использованием ODBC. Использование ODBC позволяет использовать ODBC-клиент для взаимодействия со всеми СУБД, для которых существуют ODBC драйвера;
- службы-клиенты (DDE, OPC, Modbus, SOAP) – предназначены для взаимодействия с тем или иным источником данных (OPC-сервером, DDE-сервером, MODBUS-устройствами). Это позволяет организовать взаимодействие системы с КИПиА, программируемыми логическими контроллерами и информационными системами, например SCADA. Все данные для настройки взаимодействия службы-клиенты получают из конфигурационных файлов. Если СППР является потребителем веб-сервиса стороннего поставщика для означивания какого либо предиката, то в этом случае взаимодействие между СППР и поставщиком веб-сервиса осуществляет специально разрабатываемое SOAP клиентское приложение;
- службы-провайдеры (DDE, OPC, COM) – предоставляют программный интерфейс для доступа к функциональным возможностям системы, например, получение значений переменных всех предикатов, запуск логического вывода и др.

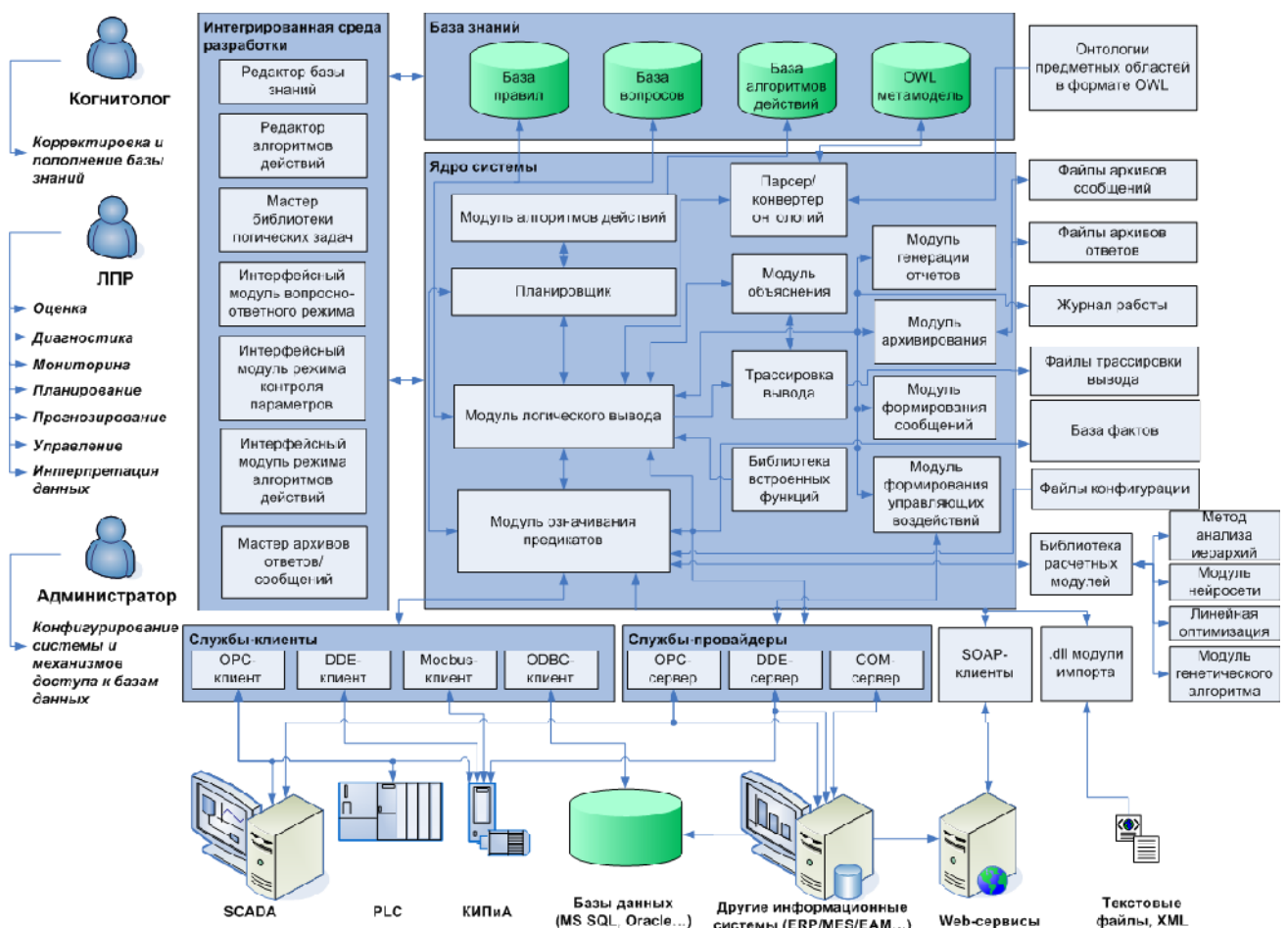


Рис. 1 Состав платформы разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений для ситуационных центров

Использование платформы обеспечивает следующие преимущества:

- платформа облегчает разработку, тестирование, развертывание и сопровождение прикладных интеллектуальных систем;
- повышение степени интеллектуализации и адаптации существующих информационных систем к изменению задач и целей функционирования;
- накопление и повторное использование знаний, а не жестко заданных структур данных и алгоритмов обработки;
- повышение качества, достоверности и сокращение времени выработки и принятия решений, принимаемых в режимах повседневной готовности, повышенной готовности (при угрозе возникновения нештатной ситуации) и нештатной ситуации (при ее возникновении и ликвидации);
- повышение гибкости и эффективности процессов управления и функционирования систем.

Таким образом, СППР могут быть использованы в работе ситуационных центров (штабов различного уровня) для информационной и интеллектуальной поддержки лиц, принимающих решения по управлению сложными системами, к которым относятся и воинские формирования. Особенно это важно в случаях, когда в штабы стекается информация, полученная от различных средств разведки (воздушной, наземной, радиотехнической и других). Тогда, для ее обобщения, анализа, распознавания ситуаций, оценки обстановки, выработки и принятия решений на применение разнородных сил и средств должны использоваться подобные интеллектуальные СППР.

Руденко О.Г., Сотников О.М., Слаков С.Г.  
Харківський національний університет радіоелектроніки

## ВИДЕОПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ ИМИТАТОРОВ ВИЗУАЛЬНЫХ ОБСТАНОВОК ТРЕНЕЖЕРОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Для подготовки летного состава используются тренажеры летательных аппаратов. Важной задачей является создание на экране индикатора визуальной обстановки идентичной реальной, которую пилот видел бы при управлении элементами управления реального летательного аппарата также как и на тренажере. Для решения такой задачи необходимы высокие вычислительные мощности, которые при использовании стандартных универсальных вычислительных средств были бы очень дорогими. Для экономичного решения такой задачи использован подход обеспечения необходимой вычислительной мощности на базе проблемно-ориентированных аппаратно-программных вычислительных средств.

Для синтеза видеопроцессоров разработан метод функциональной регенерации, основанный на преобразовании геометрических и колориметрических характеристик изображений изменением функционального соответствия между координатами экрана и адресами элементов дискретизированного изображения в ячейках кадровой памяти. Создана простейшая базовая структура элементарного процессора, суперпозиции из которых позволяют выполнять большинство преобразований выполнение которых необходимо для обеспечения имитации визуальных обстановок в тренажерах летательных аппаратов.

Например, при имитации визуальных обстановок тренажеров летательных аппаратов выполняются проективные преобразования

$$\begin{cases} x^* = \frac{(By + Cz + D)x_p - x(By_p + Cz_p + D)}{A(x - x_p) + B(y - y_p) + C(z - z_p)}; \\ y^* = \frac{(Ax + Cz + D)y_p - y(Ax_p + Cz_p + D)}{A(x - x_p) + B(y - y_p) + C(z - z_p)}; \\ z^* = \frac{(Ax + By + D)z_p - z(Ax_p + By_p + D)}{A(x - x_p) + B(y - y_p) + C(z - z_p)}. \end{cases}$$

пространства изображения на плоскость индикатора. Такое преобразование описывается выражениями вида:

Подобные выражения можно реализовывать при использовании структуры показанной на рис. 1.



Видеопроцессоры вычисляют значения новых координат элементов дискретизации изображения за время его выборки из буферной памяти одновременно с его выводом на экран индикатора.

Видеопроцессоры выполняют преобразования координат элементов дискретизации изображений по точным аналитическим выражениям.

Алгоритм работы и структура аппаратной части видеопроцессоров оптимизированы для реализации на стандартных элементах цифровой двоичной логики.

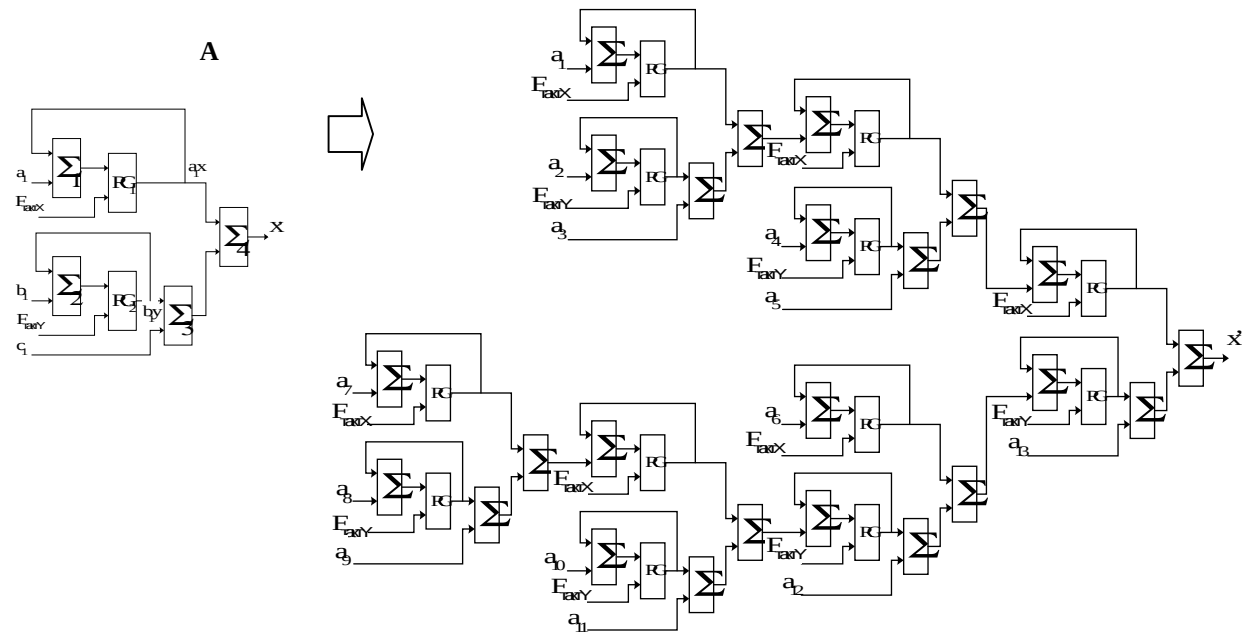


Рис. 1 – Структура, реализующая преобразования изображений

Быстродействие стандартных радиоэлектронных компонентов цифровой логики, используемых для реализации алгоритмов обработки изображения: широкораспространенных микросхем средней, высокой и сверхвысокой степени интеграции, уже сейчас составляет единицы наносекунд. Что позволяет за время отображения одного ТВ кадра изображения преобразовать массивы изображений, состоящих из нескольких тысяч элементов.

Структура системы, предназначенной для формирования визуальных обстановок на экране телевизионных видеоконтрольных устройств (ВКУ) приведена на рис.2. Она включает три подсистемы: подсистему геометрических преобразований (ПГП), подсистему формирования символьных данных (ПСД) с возможностью их выделения динамическими методами и подсистему формирования графических данных (ПГД) с повышенной точностью отображения. Кроме того, в систему входят: устройство синхронизации (УС), смеситель (СМ), блок соединения с ВКУ (БС) и ВКУ.

Подсистема геометрических преобразований осуществляет проективные преобразования двумерных изображений, которые сохраняются в дискретизированном виде в ОЗУ изображений визуальных обстановок

(ИВО). Преобразование изображений осуществляется методом функциональной регенерации в реальном масштабе времени.

Адресный процессор, который состоит из вычислителя и генератора адресов (ГА) в зависимости от параметров проективных преобразований, которые поступают на его вход от внешнего источника, генерирует последовательность адресов чтения информации с ОЗУ по мере развертывания изображения на экране растрового ВКУ.

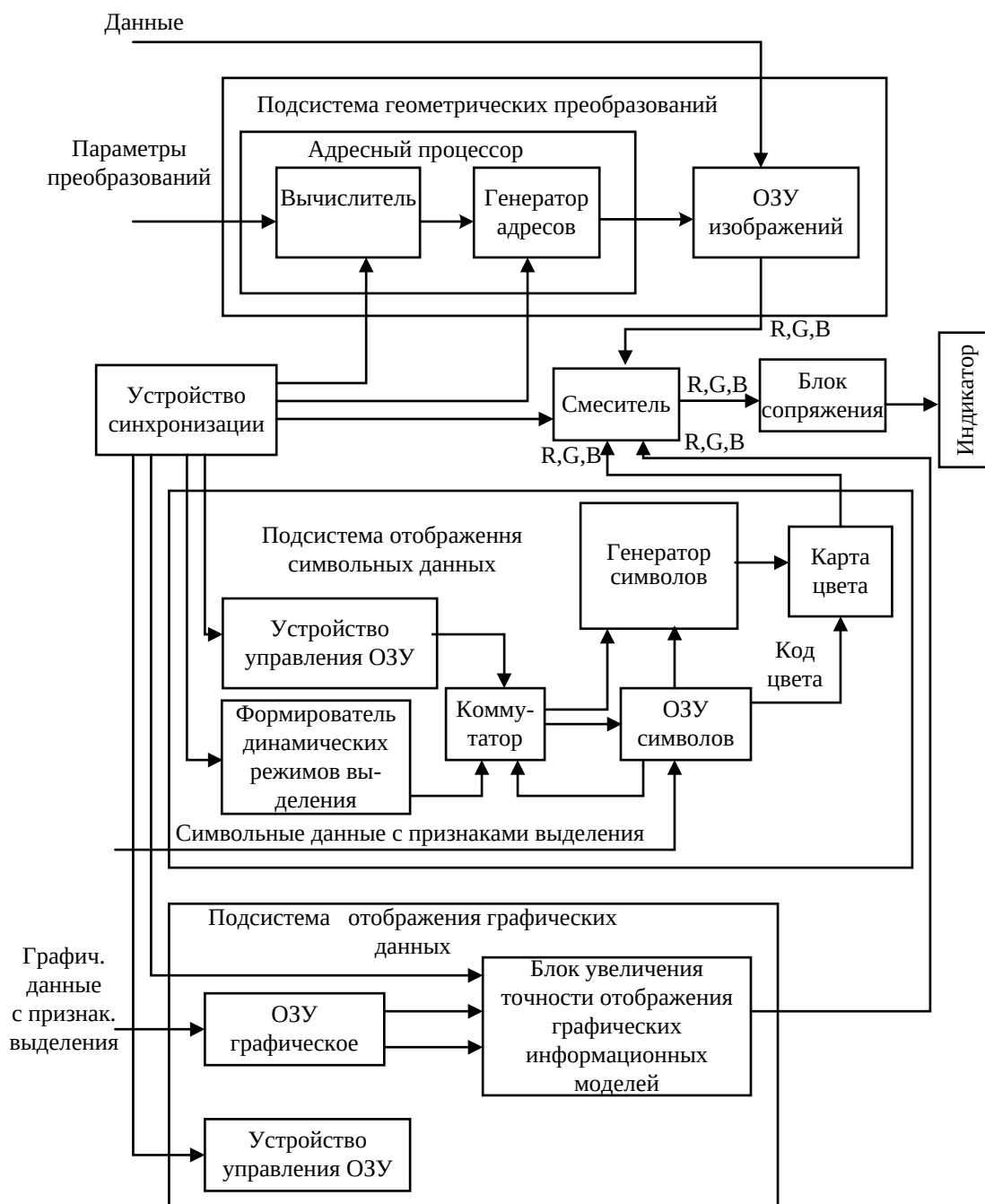


Рис. 2 – Система формирования визуальных обстановок на экране телевизионного видеоконтрольного устройства

Вычислитель адресного процессора реализуется на ПК IBM PC.

Подсистема формирования символьных данных обеспечивает формирование на экране ВКУ алфавитно-цифровой информации, представленной набором символов в обычной для человека, максимально приближенной к типографской форме их конфигурации.

Такая форма отображаемых символов достигается за счет использования метода сдвига в строке элементов разложения символов. В ПСД реализованы режимы увеличения скорости восприятия операторами сообщений за счет их динамического выделения методами колебательного перемещения вдоль горизонтали и вертикали экрана, а также колебательного наклона к горизонтальной оси экрана.

С целью сокращения информационного поля обзора операторов, символьные данные, которые имитируют состояние контролируемой системы, размещаются в специальной зоне экрана того же ВКУ, на который выводят геометрически преобразованные изображения визуальной обстановки из подсистемы геометрических преобразований. С этой же целью в пределах другой информационной зоны экрана этого ВКУ отображают графически данные, сформированные подсистемой формирования графических данных.

Подсистема формирования символьных данных состоит из ОЗУ кодов символов (ОЗУС), генератора символов с повышенной точностью отображения, устройства управления ОЗУС (УУС), формирователя динамических режимов выделения информации (ФДР) и коммутатора.

Устройство управления ОЗУС, по мере развертывания изображения на экране индикатора, осуществляет регенерацию содержимого ОЗУС, которое хранит коды формируемых символов.

В генераторе символов значения параллельных кодов символов преобразуются в последовательные видеокоды, сформированные с увеличенной точностью размещения элементов разложения по оси X.

Формирователь динамических режимов выделения информации генерирует адреса ячеек памяти ОЗУ символов с фазовым положением, которое изменяется, относительно экрана по горизонтали и вертикали.

Коммутатор, в зависимости от значения признака выделения информации любым динамическим методом или признака статического отображения, подключает к адресному входу ОЗУ символов выход формирователя динамических режимов выделения информации или выход устройства управления ОЗУС, что обеспечивает формирование символов без выделения.

Подсистема формирования графических данных с повышенной точностью отображения формирует на экране растрового индикатора, в пределах отведенной зоны, графические информационные модели с увеличенной точностью отображения. Увеличение точности отображения достигается с помощью метода сдвига элементов разложения изображения вдоль горизонтали экрана. Подсистема содержит графическое ОЗУ (ОЗУГ), блок увеличения точности отображения графических информационных моделей (БУТ) и устройство управления ОЗУГ.

Графическое ОЗУ содержит дискретное представление элементов графической информационной модели с кодами сдвига этих элементов по оси  $X$ .

Устройство управления ОЗУГ осуществляет регенерацию содержимого графического ОЗУ на протяжении времени развертывания изображения на экране индикатора. В блоке увеличения точности графических информационных моделей осуществляется сдвиг по оси  $X$  содержимого ячеек памяти графического ОЗУ в зависимости от кодов сдвига элементов разложения.

Исходные видеосигналы, сформированные подсистемой геометрических преобразований и подсистемами формирования символьных и графических данных, объединяются в смесителе и через блок соединения поступают на ВКП.

Информация из выхода ОЗУВ проходит через элемент И на смеситель только в том случае, когда генератор адресов формирует адреса ячеек памяти с положительными значениями координат  $X$  и  $Y$ , что соответствует реально существующим элементам разложения изображения, которое сохраняется в ОЗУВ.

Блок сопряжения служит для обеспечения электрического согласования выхода смесителя и входа ВКУ. Фазовая синхронизация развертки ВКУ с видеосигналами, сформированными в соответствующих подсистемах, осуществляется в устройстве синхронизации, которое вырабатывает опорную частоту, частоту дискретизации изображения по горизонтали, импульсные последовательности частоты строк и кадров, а также сигнал синхронизации растрового индикатора, который в смесителе смешивается с информационными видеосигналами, выведенными для отображения на ВКУ.

Полный адрес ОЗУ определяется значением координат  $X$  (младшие разряды адреса ОЗУ) и значением координат  $Y$  (старшие разряды адреса ОЗУ), которые формируются одинаковыми по технической реализации генераторами координат. При формировании на экране индикатора каждой  $i$ -го строки развертывания изображения, генератор вырабатывает последовательность значений координат  $X$ , младшие разряды которых является адресом тех ячеек памяти, содержание которых последовательно размещается на экране в пределах данной строки развертки индикатора.

Коэффициенты  $a^i, b^i$ , сохраняют постоянные значения при отображении каждой  $i$ -й строки развертывания изображения, а коэффициент  $C$  сохраняет свое значение на протяжении отображения одного кадра.

**Сальнікова О.Ф.**

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України*

## **СУЧАСНИЙ СТАН ОПК ЯК ЗАГРОЗА НАЦІОНАЛЬНИМ ІНТЕРЕСАМ УКРАЇНИ У ВОЄННІЙ СФЕРІ**

В сучасному світі актуальність вирішення проблем національної безпеки та військово-технічної політики постійно зростає. Створення ефективної системи забезпечення національної безпеки України, модернізація її військово-технічної політики у відповідності з вимогами часу є складовою частиною державотворчих процесів в Україні.

Національна безпека України як стан захищеності життєво важливих інтересів особи, суспільства та держави від внутрішніх і зовнішніх загроз є необхідною умовою збереження та примноження духовних і матеріальних цінностей. Існування, самозбереження і прогресивний розвиток України як суверенної держави залежать від здійснення цілеспрямованої політики щодо захисту її національних інтересів.

Відповідно до Закону України "Про основи національної безпеки України" національні інтереси - життєво важливі матеріальні, інтелектуальні і духовні цінності Українського народу як носія суверенітету і єдиного джерела влади в Україні, визначальні потреби суспільства і держави, реалізація яких гарантує державний суверенітет України та її прогресивний розвиток. На сучасному етапі основними реальними та потенційними загрозами національним інтересам України у воєнній сфері є: поширення зброї масового ураження і засобів її доставки; недостатня ефективність існуючих структур і механізмів забезпечення міжнародної безпеки та глобальної стабільності; нелегальна міграція; можливість втягування України в регіональні збройні конфлікти чи у протистояння з іншими державами; нарощування іншими державами поблизу кордонів України угруповань військ та озброєнь, які порушують співвідношення сил, що склалося; небезпечне зниження рівня забезпечення військовою та спеціальною технікою та озброєнням нового покоління Збройних Сил України, інших військових формувань, що загрожує зниженням їх боєздатності; повільність у здійсненні та недостатнє фінансове забезпечення програм реформування Воєнної організації та оборонно-промислового комплексу України (ОПК); накопичення великої кількості застарілої та не потрібної для Збройних Сил України військової техніки, озброєння, вибухових речовин; незавершеність договірно-правового оформлення і недостатнє облаштування державного кордону України; незадовільний рівень соціального захисту військовослужбовців, громадян, звільнених з військової служби, та членів їхніх сімей.

Реалії сьогодення вказують на те що нівелювання загрози, щодо небезпечного зниження рівня забезпечення військовою та спеціальною

технікою та озброєнням нового покоління Збройних Сил України, інших військових формувань та реформування ОПК України призвело до можливості агресії сусідньої держави.

ОПК є фундаментом національної безпеки держави, оскільки він забезпечує Збройні Сили новітніми зразками озброєння, військової техніки і всім необхідним для виконання покладених на них завдань із забезпечення захисту інтересів держави. Від спроможностей підприємств промисловості України, її наукових установ та закладів залежать ті чи інші рішення, які приймаються щодо розробки нових або модернізації існуючих зразків (систем) озброєння та військової техніки. Для України підвищення ефективності діяльності ОПК є стратегічно важливим завданням

На теперішній час на вітчизняних підприємствах може бути виготовлена відносно незначна кількість основних видів потрібних ОВТ за замкненим циклом. Після подій, що відбулись у першому півріччі 2014 року можливості ОПК також зменшились:

по-перше, у зв'язку з приєднанням півострова Крим до складу Російської Федерації, а, відповідно, і втратою потужностей підприємств розташованих на даній території. На території Криму розташовані 13 об'єктів, що раніше входили до ДК "Укроборонпром".

по-друге: наслідки проведення антитерористичної операції також зменшують можливості ОПК України. Станом на вересень 2014 року список заводів, які припинили свою діяльність, складається з п'ятих підприємств. Це Сніжнянський машинобудівний завод (м. Сніжне Донецької області), ЗАТ "Луганський патронний завод" (м. Луганськ), Державна акціонерна холдингова компанія "Топаз" (м. Донецьк), ВАТ "Юність" (м. Краснодон Луганської області), ВАТ "Завод "Точмаш" (Донецьк).

Розглянемо цінність та можливість даних підприємств. ВАТ "Юність" виробляє високо стабільні, особливо точні мікромініатюрні герметичні реле від 2 грамів для спецтехніки авіаційної, аерокосмічної, ракетобудівної промисловості. Підприємство є монополістом в СНД із виробництва слабкострумкових неполяризованих реле РПС 42 і РПС 43. ВАТ "Топаз" виробляє комплекси радіопригнічення ліній та управління авіацією в діапазонах частот 100-400 МГц і 960-1215 Гц (типу "Лиман"), а також сучасні радіолокаційні станції (типу "Кольчуга"). Понад 95 % продукції завод відправляє на експорт. Холдинг "Топаз" було засновано у 1996 році для створення замкнутого циклу розробки і виробництва сучасних зразків спеціальної радіоелектронної техніки. Крім базового підприємства "Топаз", у холдинг входять ВАТ "Спеціальне конструкторське бюро радіотехнічних приладів" і ВАТ "Граніт". Обидва вони – теж у Донецьку.

Серед решти держпідприємств ОПК в Луганській області: Луганський авіаційний ремонтний завод, Хімічне казенне об'єднання ім. Г.І. Петровського (м. Красний Луч), Рубіжанський казенний хімічний завод "Зоря" (м. Рубіжне); у Донецькій області основні: "Український державний науково-дослідний інститут конструкційних матеріалів "Прометей" (м. Маріуполь), Науково-

дослідний інститут комплексної автоматизації (м. Донецьк), "Дослідно-конструкторське бюро "Промінь" (м. Донецьк) та ін.

Станом на 2013 рік особливо ефективно виконані роботи з модернізації літаків Міг-29, Су-25, Су-27, Л-39. Значно підвищені технічні характеристики озброєння, в результаті проведення робіт по модернізації танків Т-64Б до виду танка Булат, бронетранспортерів БТР-70 до виду БТР-3. Добрі результати отримані при проведенні робіт по модернізації радіолокаційних засобів і командних пунктів ППО. При цьому забезпечена заміна аналогових систем на цифрові.

До числа нових зразків озброєння і військової техніки СВ, які відповідають умовам сучасного бою і створені останніми роками в Україні, можна віднести:

танк "Оплот", БТР-4, автоматизовані системи управління зброєю, нові бойові модулі до легко-броньованої техніки, високоефективні засоби захисту, протитанкові високоточні керовані ракети "Комбат" і "Стугна", переносні протитанкові комплекси Стугна-П, Скіф і Корсар, 30-мм гармати ЗТМ-1, гранатомети і кулемети;

нові РЛС "Пелікан", комплекс радіотехнічної розвідки "Кольчуга-М", командні пункти управління ППО, комплекс РЕБ "Мандат", цифрові засоби зв'язку КХ і УКХ діапазонів, комплексний апаратний зв'язок "Світязь", високоточні боєприпаси "Квітник" для наземної артилерії, сучасні засоби захисту авіаційної техніки від ЗРК "Адрос";

засоби супутникової навігації для наземної, авіаційної і морської техніки, нові військові вантажні автомобілі Краз, тренажери для авіаційної і бронетанкової техніки.

Отже, до числа основних напрямів, які можуть забезпечити збільшення об'єму внутрішніх і зовнішніх замовлень підприємствам ОПК, підвищення якості продукції і розширення її номенклатури можна віднести:

повне фінансове забезпечення затверджених Державних програм розвитку ОВТ, у тому числі міжнародних проектів;

пріоритетне державне фінансування НДДКР для забезпечення створення нових зразків ОВТ для ЗС і розширення експорту озброєнь;

впровадження сучасних технологій виробництва, у тому числі, шляхом закупівлі ліцензій і освоєння виробництва окремих зразків озброєння або підсистем;

залучення іноземних компаній в українські кооперації з розроблення і виробництва ОВТ, що дозволить підвищити технічні характеристики нових зразків ОВТ і експортні можливості озброєння;

розширення участі підприємств ОПК України в коопераціях по розробці і виробництву ОВТ, які проводяться іноземними компаніями (приклад, спільні проекти з Бельгією, Польщею);

використання офсетних схем при закупівлях озброєння по імпорту для вирішення завдань створення нових технологій виробництва.

забезпечення закупівлі озброєння по імпорту, виробництво якого в Україні з причин відсутності технологій не можливо.

Проте слід зауважити, що певні кроки у даному напрямку вже зроблені, а саме у серпні 2014 року був розроблений та схвалений постановою Кабінету Міністрів України Проект Концепції Державної цільової науково-технічної програми імпортозаміщення в оборонно-промисловому комплексі на період до 2020 року. В якому зазначено, що пріоритетними напрямками імпортозаміщення у військовій сфері для ОПК України передбачається: створення та освоєння виробництва продукції критичного імпорту військового призначення і подвійного використання для поставки на експорт з паралельним або наступним прийняттям на озброєння ЗС України та інших військових формувань: бронетанкової, інженерної та іншої спеціальної техніки; літаків, гелікоптерів та безпілотних літаючих апаратів; кораблів, катерів та інших суден; ракетно-артилерійської зброї; систем протиповітряної оборони; радіолокаційних, оптикоелектронних та радіоелектронних систем; систем зв'язку; засобів радіоелектронної боротьби; систем розвідки; інтелектуальних систем керування; бортового обладнання рухомих об'єктів; систем наведення зброї; засобів ураження та високоточної зброї; боєприпасів та продукції спеціальної хімії; двигунів і силових установок спеціального призначення; виробів елементної бази електроніки; нових матеріалів та нових джерел енергії.

Наступним напрямком підвищення можливостей ОПК України є вирішення проблеми недостатнього фінансування. Необхідно відмітити, що Державна програма реформування і розвитку оборонно-промислового комплексу, що розрахована на період до 2017 року передбачає необхідність вкладення більше 10 мільярдів гривень на модернізацію потужностей галузі. З цього ліміту більше 6,5 мільярдів планувалося передати на потреби ДК "Укроборонпром". При цьому з бюджету припускали виділити всього біля 3 мільярдів, інші засоби повинні були прийти за рахунок кредитів і приватних фінансових інвестицій, а також з продажу надлишків майна певних підприємств. Проте у зв'язку із складною ситуацією в країні цих грошей уряд надати не може. Тому концерн втрачає позиції на світовому експортному ринку озброєнь. Крім того, керівництво концерну прийняло рішення про необхідність реструктуризації більше 40 підприємств, на яких зупинено виробництво унаслідок недоцільності. Більшість підприємств концерну мають надмірні активи, у тому числі, землю, яку планувалося продати за 2,5 мільярда гривень. До тих пір, поки усі ці фінансові питання залишаються невирішеними, говорити про ефективну діяльність ОПК не можна.

Не менш істотною є і проблема державного оборонного замовлення. Витрати з бюджету на "оборонку" упродовж усіх років незалежності були досить невеликими. Приміром, у 2013 році вони склали близько 15 мільярдів гривень. Як наслідок, на розвиток ОВТ ЗСУ в 2012 році поступило всього 890 мільйонів гривень, в 2013 році - 685 мільйонів, а в поточному році було заплановано всього 563 мільйони. Очевидно, що таких засобів катастрофічно мало для розвитку ОПК. На думку експертів, щоб підтримувати ЗС України в сучасному боєздатному стані, на них необхідно витрачати як мінімум 400-500 мільйонів доларів, і це тільки на закупівлю ОВТ. Крім того, для ефективного розвитку ОПК необхідно, щоб ДОЗ у декілька разів перевищував експорт. В



Україні ж нині на експорт йде близько 93 відсотків усієї продукції ОПК України.

Крім того до зниження можливостей експорту ОПК України необхідно віднести припинення реалізації проектів спільного виробництва Ан-148/158, відновлення виробництва "Русланов" (Ан-124-100), продовження робіт за програмою будівництва військово-транспортних літаків Ан-70. Розрив співробітництва приведе до неможливості використання декількох верфей у Миколаєві для будівництва військових кораблів важкого класу.

Для підвищення можливостей ОПК України на сьогодні необхідно здійснити низку заходів та найближчими роками головну увагу зосередити на продовженні ресурсів та модернізації наявних зразків ОВТ. Ремонтувати та модернізувати їх за рахунок установа нових вузлів і агрегатів, які вироблятимуть в Україні або в її країнах-партнерах, зокрема з наближенням до стандартів НАТО, в першу чергу - зразків ОВТ, які планується використовувати у складі багатонаціональних сил у спільних операціях з підтримки миру. Для ремонту цих зразків використовувати кошти, отримані від продажу надлишкових зразків ОВТ, а також запасних частин до зразків озброєння, що підлягатимуть утилізації. Модернізуючи основну номенклатуру зразків ОВТ, слід проаналізувати плани реформування ЗС України та вирішити питання з джерелами поповнення їх новими зразками ОВТ за різними варіантами й сценаріями - розробка, виробництво, ремонт і модернізація певної номенклатури зразків ОВТ за замкненими циклами на підприємствах ОПК України. Також необхідно провести ревізію усіх підприємств ОПК України та оцінити їх можливості з виробництва, ремонту й модернізації озброєнь у найближчій перспективі. У зв'язку з тим, що чисельність зразків ОВТ окремих номенклатур після проведеного аналізу буде досить незначна, обміркувати та здійснити заходи зі створення відповідних об'єднань (баз, арсеналів) підприємств, організацій та наукових установ ОПК.

Отже, в ОПК України ще збереглися значні внутрішні резерви, науковий, виробничий та кадровий потенціали, які при здійсненні ефективної державної політики можуть і повинні бути використані для підвищення обороноздатності. Але без визначення пріоритетних напрямів реформування і розвитку ОПК, вирішення питань імпортозаміщення в ОПК, державної підтримки та державного протекціонізму неможливо забезпечити його ефективну діяльність і управління.

Таким чином, на сьогодні особливу увагу необхідно приділити військово-технічній політиці держави, що є складовою частиною державної політики й спрямована на розробку та реалізацію заходів щодо підтримки й розвитку оборонно-промислового потенціалу країни, його раціонального використання в національних інтересах життєдіяльності суспільства та держави.

**Самулеєв В.В.**

*Державний науково-дослідний інститут авіації*

## **НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ**

Забезпечення справності існуючого парку літальних апаратів (далі – ЛА) бойового складу авіації Збройних Сил (далі – ЗС) України та інших центральних органів виконавчої влади (далі – ЦОВВ) України, які експлуатують державні повітряні судна (далі – ДПС) і, в першу чергу, їх авіаційних двигунів та елементів трансмісії, які утворюють авіаційні силові установки (далі – АСУ), є однією з актуальних проблем, від вирішення якої на сьогодні і у перспективі, принаймні до 2025 року, залежатиме боєздатність ЗС та воєнна безпека держави.

Зазначена проблема є критичною та виникла внаслідок неможливості організації у попередні роки авторського нагляду з боку розробників та виробників військової авіаційної техніки (далі – АТ) Російської Федерації (далі – РФ) в процесі її експлуатації. Практично з перших років незалежності України склалась ситуація цілеспрямованого політично умотивованого блокування РФ освоєння ремонту АТ на авіаремонтних заводах України. Наслідком цього стала відсутність практичної реалізації діючих міждержавних угод між РФ та Україною з військово-технічного співробітництва у сфері взаємних поставок озброєння і військової техніки, комплектувальних виробів і запасних частин, організації ремонту та надання інших послуг військового призначення в інтересах ЗС України. Зокрема, за напрямом забезпечення експлуатації, ремонту та модернізації АТ, не реалізовано жодного спільного проекту. Саме це обумовило потребу у створенні в Україні власної державної системи науково-технічного забезпечення боєздатності авіації ЗС шляхом відновлення та підтримання справності всієї номенклатури АТ підприємствами України.

Виконання комплексу наукових досліджень та робіт за цим напрямом здійснювалось протягом 1993...2013 років на замовлення та в інтересах командувань Військово-Повітряних Сил, Повітряних Сил, інших видів ЗС та ЦОВВ України, які експлуатують ДПС. Науково-методичне супроводження досліджень та робіт здійснює Державний науково-дослідний інститут авіації (далі – ДНДІА). До розв'язання наукових задач залучаються Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України та інші, фахівці державних підприємств “Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро “Прогрес”, “Антонов” та інших. Дослідження та роботи проводились на виробничо-технологічній та випробувальній базі усіх авіаремонтних заводів Міністерства оборони України, які на сьогодні перебувають у сфері управління державного концерну “Укроборонпром”.

Створення системи науково-технічного забезпечення боєздатності авіації ЗС України розпочато 1993 року. В результаті функціонування у подальшому зазначеної системи розроблені та впроваджені сучасні технології в процеси досліджень з продовження встановлених показників АТ, переведення її на експлуатацію за технічним станом, а також здійснено освоєння вітчизняними підприємствами капітального ремонту АТ, яка за часів СРСР не ремонтувалась на теренах України. Особливістю системи є те, що вона функціонує в умовах відсутності авторського нагляду з боку іноземних розробників та виробників бойової АТ. Зазначене досягнуто створенням науково обґрунтованих, методичних та виробничо-технологічних умов забезпечення боєздатності авіації ЗС України, які спираються на систему законодавчих та нормативно-правових актів державного та галузевого рівня.

З ініціативи та при відповідному забезпеченню і супроводженню з боку командувань Військово-Повітряних Сил, Повітряних Сил та ДНДІА за роки незалежності України авіаремонтною мережею Міністерства оборони України освоєно ремонт літаків Су-27, Су-25, Су-24М, Су-24МР, Су-17М4, МиГ-29, Л-39 та Ил-76МД, капітальний ремонт авіадвигунів РД-33-2С, допоміжних силових установок ГТДЭ-117 та коробок літакових агрегатів КСА-2(3) до літаків МиГ-29, двигунів ТВ2-117, головних редукторів ВР-8А, ВР-14, ВР-24, допоміжних силових установок АИ-9У для вертольотів Ми-8, Ми-14 та Ми-24 усіх модифікацій.

У 2012 році практично завершено створення максимально замкнених циклів ремонтного виробництва та створення виробничо-технологічних умов забезпечення відновлення справності та модернізації основних типів АТ ЗС України.

Створена в Україні система підтримання справності авіаційних силових установок бойових ЛА, як складова науково-технічного забезпечення боєздатності авіації, виключає імпорт відповідних критичних технологій та послуг з РФ, надає максимальну автономність функціонування державної системи технічного забезпечення озброєння та військової техніки ЗС.

Зазначені заходи в умовах обмеженого фінансування у попередні роки забезпечили підтримання максимально можливої справності парку бойових, навчально-тренувальних та військово-транспортних ЛА.

В сучасних умовах перед системою науково-технічного забезпечення боєздатності авіації постає низка організаційних та наукових проблем. Пріоритетом стає всебічне матеріально-технічне забезпечення інтенсифікації бойової підготовки авіаційних частин та підрозділів в умовах дефіциту запасних частин, агрегатів та комплектувальних виробів, які необхідні для підтримання і відновлення справності визначеної кількості ЛА та їх АСУ в умовах зростаючого нальоту. Очікуване зростання темпів вичерпання встановленого ресурсу за наробітком АСУ, при достатніх залишках запасів ресурсів планерів ЛА та їх обладнання, висуває потребу у розв'язанні таких науково-технічних задач:

створення методик достовірної оцінки фактичної теплової та механічної напруженості основних деталей газотурбінних двигунів (далі – ГТД) та елементів трансмісії (далі – ЕТ) вертольотів в умовах їх функціонування з урахуванням історії навантаження;

встановлення механізмів утворення дефектів в основних деталях ГТД та ЕТ, визначення величини їх критичних розмірів та швидкості зростання;

створення 3-D моделей критичних основних деталей ГТД та ЕТ і комп'ютерне моделювання впливу експлуатаційних та технологічних чинників на їх напружений стан і міцність. У разі потреби – проведення фізичного моделювання впливу цих чинників на їх залишковий ресурс;

уточнення норм і критеріїв кількісної оцінки граничних станів основних деталей ГТД та ЕТ та відпрацювання норм і умов прийняття обґрунтованих рішень про їх подальше використання після вичерпання первинно встановленого ресурсу;

розроблення та впровадження нових технологічних процесів відновлення деталей з експлуатаційними ушкодженнями, які на сьогодні вважаються не ремонтпридатними.

У разі розв'язання зазначених науково-технічних та організаційних задач очікується можливість забезпечення справності нині існуючого у Збройних Силах парку ЛА принаймні до 2025 року, а деяких типів ЛА і до 2030 року, проведення інтенсивної бойової підготовки авіаційних частин та підрозділів, а також, у разі потреби, забезпечення належного рівня справності АТ для виконання завдань за призначенням у особливий період.

Подальше вдосконалення діючої системи науково-технічного забезпечення боєздатності авіації в процесі реалізації зазначених науково-технічних та організаційних задач дозволить вітчизняним підприємствам та установам створити науково-технічний заділ, який може бути використаний в процесі створення нових зразків бойової АТ в кооперації з іншими державами.

**Скришевський В.А.**

*Інститут високих технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

## **СТВОРЕННЯ ЕКСПРЕС-СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН**

### **Короткий опис**

Пропонуються розробка мобільної мікролабораторії - експрес системи аналізу вмісту токсичних та отруйних речовин у повітрі та воді на основі мобільних приладів типу «електронний ніс» та «електронний язик». Система буде базуватись на використанні недорогих моделей Смартфонів на операційній системі ANDROID для чого буде розробити програмне забезпечення на операційній системі ANDROID для смартфонів та планшетних комп'ютерів. Це дозволяє використання системи в польових умовах, коли нема доступу до стаціонарних лабораторій, наприклад, для контролю питної води у колодязях, бюветах, річках, озерах. Крім того експрес- система може визначати токсичні речовини у повітрі на вулиці, в будівлях, підвалах, тощо. Для створення експрес- системи буде розроблено матриці напівпровідникових газових сенсорів сумісних з кремнієвою КМОН технологією для детектування токсичних та шкідливих речовин (важкі метали, пестициди, гербициди, леткі органічні сполуки, важкі вуглеводні та інші) з використанням сучасних наноматеріалів (нанокремній, карбід кремнію, оксид титану) та нанотехнологій. Будуть розроблені алгоритми для аналітичної обробки сигналів створених матриць сенсорів (метод головних компонент та метод нейронних мереж). В системі передбачено можливість розширення функціональних можливостей за рахунок приєднання до розробленого приладу сенсорів на нові речовини.

### **Опис бажаного партнера.**

Робота міждисциплінарна, до неї будуть залучені спеціалісти з хімії, фізики, мікро та наноелектроніки, біології. Бажані також підприємства мікроелектроніки та фірми, які мають досвід роботи з нанотехнологіями. Серед бажаних партнерів - інститут Мікроприладів (Київ), НВП ТОВ «ЄНАМІН» (м. Київ), ООО «НаноМедТех».

### **Стан розробки**

Розробка виконується в Інституті високих Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рамках прикладної бюджетної теми.

Система частково розроблена і протестована для деяких токсичних речовин - метан, оксид вуглецю та інші.

Частково результати авторів опубліковані у провідних міжнародних виданнях, 2-х монографіях та захищені 2 міжнародними патентами: патент N° 1262879(2013), PCT/FR2013/053134 та Патент N° 1262884(2013), PCT/FR2013/053139. Є додаткові ноу-хау для нових патентів.

**Тюрин С.В., Прохоров В.П., Костыря А.А., Тюрин В.С.**  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## **ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ СНАЙПЕРОВ И ОПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЯ**

### **Цель проекта**

Целью проекта является создание компактной универсальной лазерной системы, способной в автоматическом режиме дистанционно обнаруживать местонахождение и координаты снайпера, определять дальность до него и устанавливать факт проведения скрытого видеонаблюдения и разведки охраняемого объекта в сложных условиях рельефа местности с последующим осуществлением беспроводной передачи информации на мобильный или стационарный пункт управления. Получаемая информация используется для принятия соответствующих антитеррористических мер противодействия. Обнаружение оптических средств разведки и скрытого наблюдения за охраняемым объектом позволяет предотвратить террористический акт еще на этапе его подготовки.

### **Описание проекта**

Принцип действия системы основан на широко известном оптическом эффекте светового возвращения (т.н. эффекте «глаза кошки»), при котором свет отражается от оптической системы любого прибора наблюдения строго в обратном направлении (рис.1). При этом отражение происходит в пределах пространственного угла поля зрения оптической системы, в фокальной плоскости которой обычно располагаются светоотражающие материалы (стеклянные визирные перекрестия прицелов и биноклей, ПЗС матрицы, фотокатоды ЭОП, сетчатка глаза и др.). Отраженный лазерный луч формирует на приемном дисплее яркий блик (рис.1).

Работа системы заключается в сканировании лазерным лучом заданного сектора пространства в направлении потенциальных угроз, приеме отраженного сигнала, автоматическом обнаружении блика от прицельной оптики на фоне мешающих помех с последующей идентификацией и формированием данных для передачи потребителю. Процесс обнаружения снайперов и оптических средств разведки осуществляется автоматически в результате реализации алгоритмов фильтрации активных и пассивных помех. При этом гарантированное обнаружение снайперов в случае использования на прицельной оптике противоотражающих покрытий или антибликовых насадок обеспечивается за счет применения многочастотного лазерного излучения и новых алгоритмов спектрального анализа изображений.

Система состоит из модуля формирования многочастотного лазерного излучения, блока измерения расстояния, чувствительной телевизионной (день/ночь) камеры с высоким разрешением, микропроцессорного блока

управления и обработки информации, устройства беспроводной передачи данных, сканирующего устройства, блока питания и удаленного ноутбука.



Рис.1. Принцип действия лазерной системы обнаружения снайперов

Система функционирует в дневное и ночное время суток и способна обнаруживать любые оптические средства (оптические снайперские прицелы, бинокли, фото- и видеокамеры, лазерные дальномеры и оптические средства наблюдения) на дальности до 2000м. При этом обеспечивается безопасный для глаз режим работы системы благодаря формированию широкоугольного лазерного луча подсветки.

Все полученные видеоданные и другая информация передаются на мобильный или стационарный пункт управления путем беспроводной связи и могут наблюдаться через Интернет в любом уголке мира в реальном времени.

Сферами применения системы являются:

- Обнаружение снайперов и скрытых оптических средств разведки
- Охрана специальных зон и территорий
- Защита важных объектов, офисов и частных коттеджей
- Обеспечение безопасности VIP персон
- Организация антитеррористической деятельности
- Поддержание общественного порядка
- Дистанционный мониторинг угроз в реальном времени

Лазерная система обнаружения снайперов может применяться в стационарном варианте с креплением на треноге или различных кронштейнах (рис.2), мобильном варианте при размещении на многофункциональных платформах или автомобилях (рис.3) и воздушном варианте при размещении на легком беспилотном носителе – мультикоптере (рис.4).

#### **Инновационные аспекты и преимущества системы:**

- Реализация эффективных алгоритмов многоспектрального обнаружения прицельной оптики в условиях применения противоотражающих покрытий.
- Осуществление полностью автоматического процесса обнаружения прицельной оптики и оптических приборов наблюдения.

- Обеспечение низкого уровня ложных срабатываний благодаря многокритериальному подходу к решению задач выделения блика от оптики на фоне помех.
- Обеспечение высокого быстродействия процесса обнаружения прицельной оптики (в пределах 2-3 кадров) благодаря построению оптимальной структуры алгоритмов работы.
- Организация автономной работы системы и обмена данных в реальном времени путем применения средств беспроводной связи
- Минимизация массогабаритных параметров системы при одновременном обеспечении большой дальности действия.

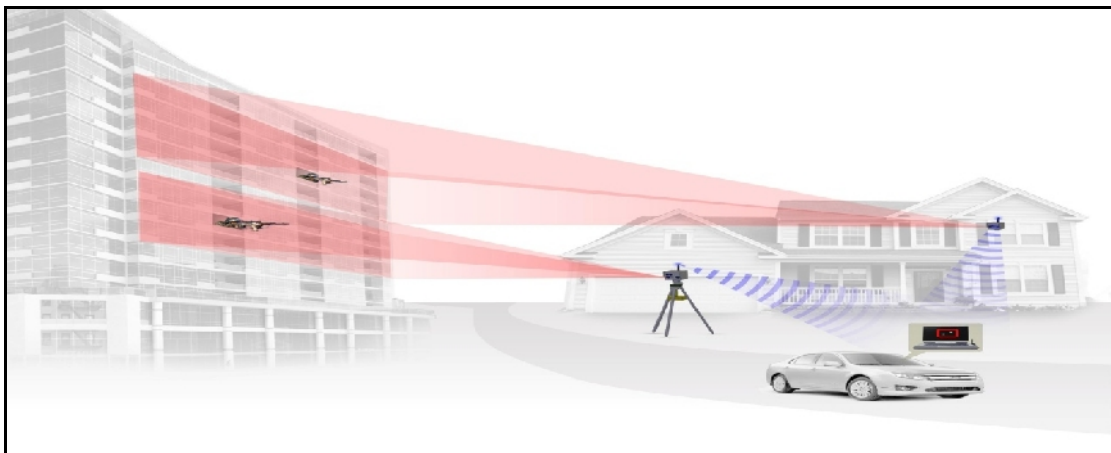


Рис.2. Использование системы в стационарном варианте

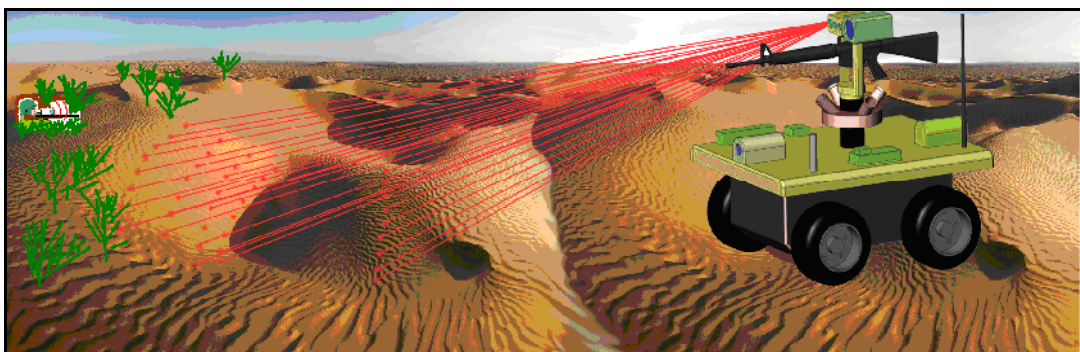


Рис.3. Использование системы на мобильной платформе



Рис.4. Использование системы на воздушном беспилотном носителе



### Основные технические характеристики

|                                                                                                                                         |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Режим работы                                                                                                                            | Автоматический           |
| Тип связи                                                                                                                               | Беспроводный (802.11b/g) |
| Сектор сканирования в горизонт. плоскости                                                                                               | $\pm 180^\circ$          |
| Сектор сканирования в вертикал. плоскости                                                                                               | $\pm 40^\circ$           |
| Скорость сканирования                                                                                                                   | 30 °/сек                 |
| Дальность обнаружения оптики: <ul style="list-style-type: none"> <li>• в дневное (солнечное) время</li> <li>• в ночное время</li> </ul> | 1500м<br>2000м           |
| Чувствительность ТВ-камеры                                                                                                              | 0,001 лк                 |
| Мощность потребления (при сканировании)                                                                                                 | не более 20 Вт           |
| Напряжение питания                                                                                                                      | 12 В                     |
| Рабочая температура                                                                                                                     | -30°C ... +55°C          |
| Габариты (Д×Ш×В)                                                                                                                        | 205×140×130 мм           |
| Масса                                                                                                                                   | 3 кг                     |
| Лазерная безопасность                                                                                                                   | Безопасно (класс 1)      |

### Внешний вид макета и состав:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b><u>Состав:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуль многочастотного лазерного излучателя</li> <li>2. Блок измерения расстояния</li> <li>3. Телевизионная (день/ночь) камера высокого разрешения</li> <li>4. Микропроцессорный блок управления и обработки информации</li> <li>5. Устройство беспроводной передачи данных</li> <li>6. Блок питания</li> <li>7. Удаленный ноутбук</li> </ol> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Рис.5 Состав макета системы



Рис.6 Внешний вид

На рис.7 и рис.8 представлены результаты полевых испытаний макета при обнаружении оптических средств наблюдения на фоне маскировочной сетки и среди листвы, соответственно.

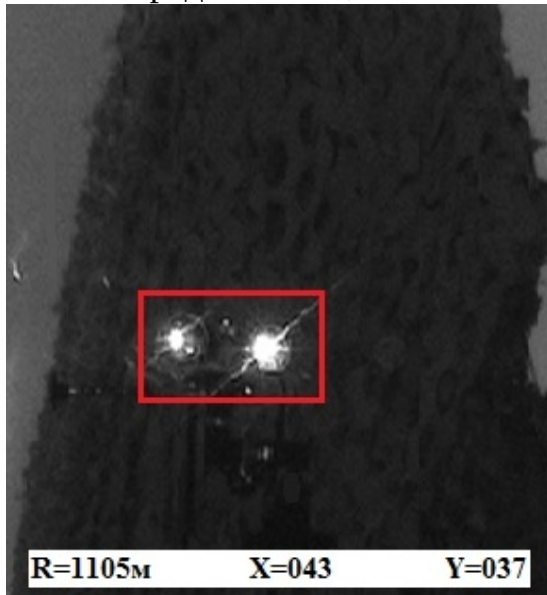


Рис.7 Обнаружение оптики на фоне маскировочной сетки

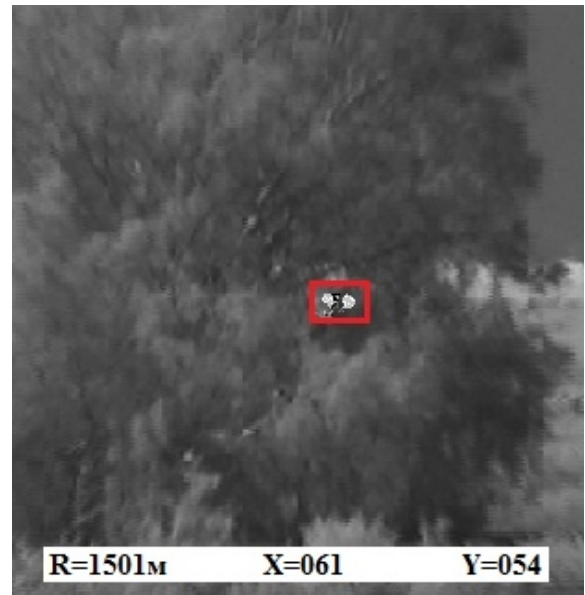


Рис.8 Обнаружение оптики среди листвы

## Конкуренты

Украинских аналогов нет. Конкурентами являются наиболее известные производители следующих лазерных систем обнаружения снайперов:

- SLD-500 (CILAS, Франция). Дальность обнаружения: 1500м. Режим работы: автоматическое обнаружение. Вес устройства: 96 кг. Стоимость \$120000.
- MIRAGE-1200 (Torrey Pines Logc Inc., США). Дальность обнаружения: 1000м. Режим работы: ручное наведение. Вес устройства: 7кг. Стоимость \$20000.
- ЛУЧ-1М (НПЦ «ТРАНСКРИПТ», Россия). Дальность обнаружения: 1400м. Режим работы: ручное наведение. Вес устройства: 3,7 кг. Стоимость \$8000.

Недостатками представленных лазерных систем автоматического обнаружения конкурентов являются их большие массогабаритные параметры, а систем с ручным наведением – сложность удержания точного направления оси визирования и субъективная оценка факта обнаружения прицельной оптики.

## Научный и производственный потенциал исполнителя

Научный и производственный потенциал исполнителя базируется на многолетнем (более 35 лет) опыте выполнения инновационных наукоемких лазерных проектов. Исполнителем было разработано более 40 проектов в области создания новейших лазерных и оптоэлектронных приборов для различных Заказчиков, в том числе зарубежных.

Фалалєєва Т.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## ДЕРМАТОТРОПНИЙ ЛІКАРСЬКИЙ ЗАСІБ НА ОСНОВІ НАНОКРИСТАЛІЧНОГО ДІОКСИДУ ЦЕРІЮ

### Короткий опис.

Пропонується розробка медичного препарату з дерматотропними властивостями на основі наночастинокдіоксиду церію. Відомо, що будь-які ушкодження шкіри, викликані механічними, термічними травмами, супроводжуються активацією процесів запалення, порушення про/антиоксидантного стану шкіри в ділянці ураження, колонізацією умовно-патогенної та патогенної мікрофлори. При серйозних пораненнях різко порушується кровообіг і нервова регуляція в зоні ураженої шкіри. Наслідком є кисневе голодування шкіри, порушення репаративних механізмів, з подальшим розвитком гангрені. Практика констатує, що широке застосування антибіотиків, цитостатиків, кортикостероїдів, імунодепресантів часом негативно впливає на перебіг гнійно-запального процесу, бо при цьому дуже знижується загальна реактивність організму, виникають ускладнення: алергія, кандидомікоз та інші. Враховуючи складність лікування патології, доволі частим радикальним заходом є хірургічне втручання з ампутацією змертвілого органу. Тому розробка дієвих препаратів, що сприяють ефективному гоєнню поранень є нагальною проблемою. Запропонований нами препарат здатний прискорювати гоєння уражень, що було продемонстровано зокрема на пацієнтах з діабетичною стопою. Унікальність препарату полягає в тому, що він одночасно володіє властивостями, характерними для різних груп фармакологічних препаратів (антиоксидантів, пребіотиків, антибіотиків).

Розробки на основі нанокристалічногодіоксиду церію захищені патентами України № 106111, 106101, 77914.

### Опис бажаного партнера.

Тип бажаного партнера – організації (переважно науково-дослідні), які беруть участь у розробці та виробництві нових основ для дерматотропних засобів. Шукаємо промислових партнерів, зацікавлених у розробці промислових зразків запропонованого дерматотропного засобу.

### Стан розробки.

В наших попередніх дослідженнях встановлено, що наночастинокдіоксиду церію виявляють антибактеріальну дію *invitro* стосовно умовно-патогенних мікроорганізмів різних груп, а саме клінічних штамів *Escherichiacoli*, *Staphylococcusaureus* та *Candidaalbicans*. Показано, що досліджувана сполука здатна взаємодіяти з поверхнею бактеріальної клітини, пригнічуючи її життєдіяльність. Окрім того, діоксид церію здатний стимулювати ріст симбіотичної мікрофлори, важливість якої в гомеостазі

шкіри є доведеною, проявляючи таким чином пребіотичну дію. Також нами встановлено потужну антиоксидантну дію сполуки, а отже, здатність відновлювати порушений про/антиоксидантний баланс шкіри при пораненні. На пацієнтах з діабетичною стопою виявлений дерматотропний ефект нанокристалічного діоксиду церію. Гоєння відбувається без утворення грубих рубців.

**Хаєцький І.К., Хаєцький К.І.**

*Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України*

## **ВІТАРГІЛ - ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИЙ НАНОДИСПЕРСНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ РАН ТА ОПІКІВ**

Найбільш поширені способи і відповідні засоби лікування ран та опіків ґрунтуються, окрім гемостазу і знеболювання, на необхідності попередньо «погасити» інфекційні процеси та видалити продукти альтерації тканин (омертвілих та критично нежиттєздатних клітин), залишків крові. Необхідно забезпечити оптимальне функціонування імунокомпетентних клітин рани і, разом з тим, погасити надмірні запальні реакції, які сприяють хронізації ранового процесу, затримують репаративні процеси і загоєння рани.

Відповідно до цих задач високий терапевтичний потенціал має ряд агентів жиророзчинної природи, які на сьогодні використовуються переважно в формі мазей. Вочевидь, оскільки гідрофобні речовини перешкоджають виведенню ексудату та трансудату з зони запалення та попаданню в неї цілої ланки гідрофільних лікарських речовин, їх застосування можливе лише після очищення рани і як можливо більшого згасання запальних процесів.

Наша розробка передбачає можливість забезпечити стратегію очистки та протизапальних ефектів з одночасною репарацією тканини, її епітелізацією і, можливо, досконалого морфогенезу шкіри і тканин в регіоні рани для оптимальних функціональних наслідків загоєння, використовуючи високо біологічно активні агенти жиророзчинної природи. З цією метою використано форму тонкої дисперсної системи «вода – масло», що дозволяє використати деякі жиророзчинні агенти вже на ранніх етапах ранового процесу. При необхідності розробка дозволяє використовувати при лікуванні ряд готових гідрофільних лікарських препаратів (антибіотиків, знеболюючих, тощо) шляхом простого розчинення їх у препараті в відповідних пропорціях.

### **Вітамін А.**

- Вітамін А (відповідно - його внутрішньоклітинний найбільш фізіологічно активний продукт – ретиноева кислота) і ряд каротиноїдів є практично критичними агентами, що контролюють майже всі ланки імуногенезу, ряд прозапальних та антизапальних цитокінів і відповідно функції імунокомпетентних клітин.
- Вітамін А сприяє активації резорбтивних процесів та елімінації нежиттєздатних клітин, механізмів апоптозу та аутолізу.
- Разом з тим вітамін А є унікальним активатором росту епітелію, морфогенезу шкіри та її органів.

- Ці ефекти вітаміну А були відомі ще в минулому сторіччі, коли він носив назви «фактору імунітету», «епітеліального вітаміну», на сьогодні це детально вивчається і повністю підтверджується.

### **Вітамін Е.**

- Вітамін Е є найбільш поширеним антиоксидантним агентом, що захищає клітинні мембрани і інші ліпіди від переокислення – суворої компоненти ранового процесу в умовах порушеного кровопостачання тканин в регіоні рани.

### **Вітамін К.**

- Вітамін К сприяє формуванню і підтримці належного тону кровеносних (передіснуючих і новоутворених) судин в регіоні рани.

### **Олії, що містять поліненасичені (есенціальні) жирнокислотні радикали.**

- Олії, що містять поліненасичені (есенціальні) жирнокислотні радикали являють собою пластичний та енергетичні субстрати для різного роду клітинних мембран, потрібні для забезпечення життєдіяльності клітин, в яких накопичуються переокислені ліпіди.

### **Йони срібла**

- Йони срібла (можливо, як варіант, колоїдна дисперсія) забезпечують бактерицидні властивості препарату і при його зберіганні, і при безпосередньому контакті ліпідних часток з мікроорганізмами.

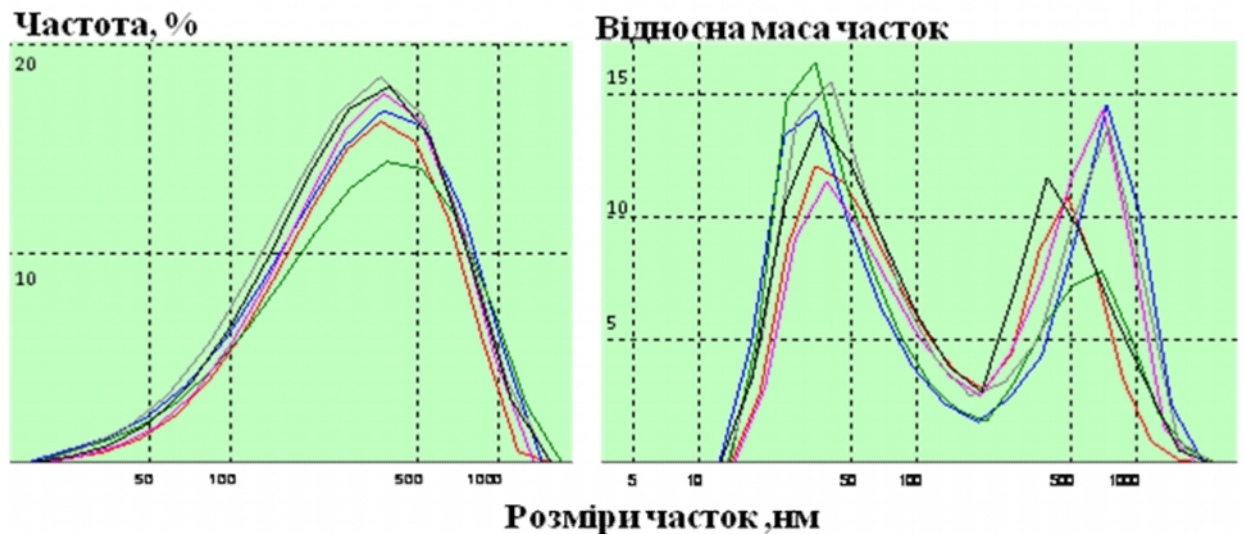
### **Фосфатидилхолін.**

- Фосфатидилхолін, як і згадувані вище рослинні олії, містить значну кількість поліненасичених жирних кислот. Служить критично необхідним компонентом (при тому в значній кількості) для утворення клітинних мембран.
- З другого боку, фосфатидилхолін дозволяє отримати стійку тонкодисперсну систему «масло - вода» і завдяки цьому реалізувати вищезазначені переваги препарату - **використовувати вказані ліпіди не тільки на відносно пізніх етапах лікування рани (після очищення і згасання інтенсивних запальних процесів), як це доводиться робити при застосуванні їх в мазах. В разі використання тонких дисперсних систем «масло – вода» вказані субстанції можна використовувати, починаючи з ранніх етапів лікування і навіть при первинній обробці ран та опіків, за необхідності легко комбінувати з рядом гідрофільних лікарських препаратів**

Фізико-хімічну форму препарату оцінювали за даними лазерно-кореляційної спектроскопії (Рис.1).

Рис.1

## ВІДНОСНА ЧАСТОТА ДИСПЕРСНИХ ЧАСТОК РІЗНОГО РОЗМІРУ В ПРЕПАРАТІ ВІТАРГІЛ



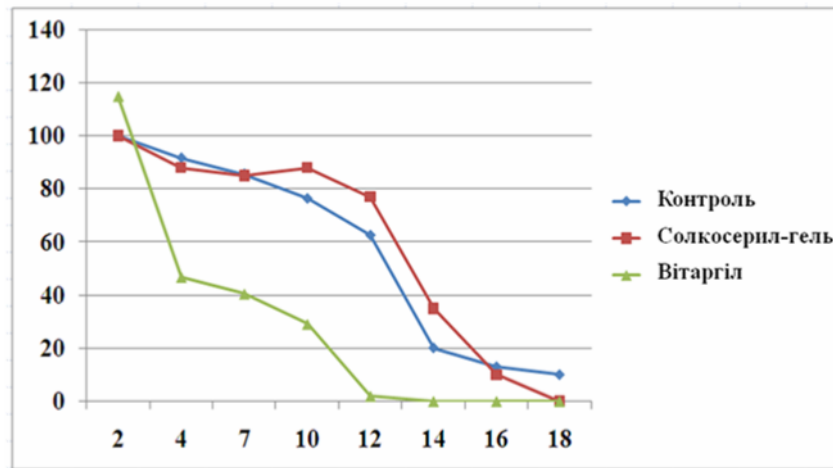
Таким чином, пропонуваний засіб дозволяє при певному водно-жировому модулі (препарат, якщо потрібно, легко розбавляється водним середовищем) , що дозволяє використовувати при обробці рани необхідні препарати відповідно до реальної стану рани в певний час.

Рациональність використання **ВІТАРГІЛУ** на ранніх стадіях лікування ран оцінювали за показником міцності післяопераційного рубця після хірургічної лінійної рани в дослідях на щурах. Міцність рубця вимірювали тензіометрично, користуючись універсальним приладом для дослідження механічних властивостей волокон і плівок (УМП-3). Тензіометрична оцінка міцності рубця показала, що обробка препаратом **ВІТАРГІЛ** порожнини різаної хірургічної рани безпосередньо перед її ушиванням помітно підвищує міцність зрощених країв рани. Так, на 15-й день після ушивання лінійних ран у щурів міцність післяопераційного рубця складала в середньому  $9,74 \text{ Н/ см}^2$  у контрольних щурів (розріз-ушивання) і  $10,54 \text{ Н/ см}^2$  після обробки **ВІТАРГІЛОМ**.

В дослідях з «штампованими ранами» на щурах порівнювали динаміку загоєння ран необроблюваних (1 група), ран після обробки солкосерил-гелем (2 група) та ран, оброблених **ВІТАРГІЛОМ** (3 група). Оброблення ран щурів 2 та 3 груп проводилося раз на добу, починаючи з другого дня після нанесення рани. Динаміка загоєння ран (Рис.2) щурів 1 групи і щурів другої групи, суттєво не відрізнялася. Рани, оброблювані **ВІТАРГІЛОМ**, в перші 2-3 дні лікування не зменшувались, що свідчить про активацію процесів

відторження нежиттєздатних клітин. Натомість, починаючи з 5-7 дня, площа ран зменшувалась швидше, в порівнянні з ранами щурів 1 та 2 груп, повне загоєння настуило швидше.

Рис.2



Препарат було використано в Центральному клінічному госпіталі Державної прикордонної служби України в липні-серпні цього року в декількох випадках ускладнених ран.

Так, при вогнепально-уламковому переломі правої променевої кістки і кістково-гнійною ранною з дефектом шкірних покривів (окрім супутніх множинних ран) після малоефективного лікування (включно з дерматопластиком шкірного дефекту штучною шкірою) з 15.07.2014р. було застосовано **ВІТАРГІЛ-3**. Відмічено швидке покращення стану рани, зменшення больового синдрому і епітелізація рани з повним загоєнням.



На кінець вересня 2014 року спостерігається поновлення органної структури шкіри (епідермальний рисунок, пушковий волос, рухомість шкіри



відносно апоневрозу), окрім центральної частини загоєної рани, що являє рубець з тонким епідермальним покриттям. Лікування продовжується.

Опік (виробничий) передньої поверхні лівого предпліччя II-III ступеню. Препарат застосовувався з першого дня отримання опіку протягом місяця. В результаті мало місце повне загоєння з поновленням органної структури шкіри (епідермальний рисунок, нормальна пігментація, ріст пушкового волосу, окрім незначної центральної ділянки бувшого опіку, на якому залишились ледво помітні рубцевий рисунок).



Препарат справляє лікувальну дію не тільки відносно ран шкіри, а й на пошкоджені слизові оболонки.

Так, в 1986 році за рішенням розширеної вченої ради Інституту онкології МОЗ УРСР (зараз Інститут рака АМН України) препарат був використаний для профілактики і лікування 87 пацієнтів з гострою променевою хворобою різного ступеню. Препарат застосовували перорально, в окремих випадках – нашкірно та в аерозольних інгалаціях у всієї групи

хворих поза іншими засобами лікування. Виявилось, що в **жодному випадку** не спостерігалось розвитку орофарингіального синдрому, окрім декількох випадків гінгівіту у пацієнтів з металонесучими протезами зубів.

Наряду з цим, серед великої групи ліквідаторів з гострою променевою хворобою, що лікувались в клініці Інституту біофізики АН ССРСР, орофарингіальний синдром за свідченням члена Державної комісії по ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи академіка АН ССРСР Воробйова Андрія Івановича мав місце у більшості пацієнтів, з важким перебігом і дуже довго (до 2 місяців) не піддавався ефективній санації.

У одного з пацієнтів, що отримав кратну смертельній дозу опромінення і тривлий час перебував в потоці води з відходами ядерного палива, утворились множинні рани ніг з відшаруванням значних ділянок шкіри. В наступному цей пацієнт загинув, але навіть у нього під пов'язками з препаратом **ВІТАРГІЛ** рани в помітній мірі очищались і частково загоювались.

Більш легкі бета-опіка шкіри та очей у решти пацієнтів піддавались майже повній санації через декілька днів – тиждень після ефективної дезактивації шкіри і змащування **ВІТАРГІЛом**.

Запропонований препарат може бути ефективним не тільки при ускладненнях ранах та опіках м'яких тканин, а зокрема, і в багатьох випадках променевої терапії злоякісних пухлин, що особливо важливо при лікуванні пухлин ротової порожнини, стравохода, товстої кишки та в онкогінекології.

Висока доступність запропонованих варіантів препарату **ВІТАРГІЛ** визначається, на нашу думку, доступністю лікувальних компонентів, ціна яких на сьогодні варіюється в межах 60-70 гривень на 1 літр готової базової форми.

**Цебренько М.В., Картель М.Т., Резанова Н.М., Мельник І.А., Вільцанюк О.А.,  
Хуторянський М.О.**

*Київський національний університет технологій та дизайну,*

*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України,*

*Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова*

## **ПОЛІПРОПІЛЕНОВІ БАКТЕРИЦИДНІ ХІРУРГІЧНІ МОНОНИТКИ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ МЕДИЦИНИ**

До середини ХХ століття у світовій хірургічній практиці в основному застосовувалися нитки із натуральних волокон рослинного (льон, бавовна, шовк) та тваринного походження (кетгут). Висока їх реактогенність, незначна міцність в мокрому стані, капілярність та фітильність зумовили активний пошук нових шовних матеріалів. З розвитком виробництва синтетичних волокон у хірургії стали використовувати поліамідні, поліефірні та поліпропіленові нитки. Довгий час їх вибирали із асортименту, призначеного для товарів народного вжитку або технічних виробів. Найвні в них домішки (каталізatori, стабілізатори, антиоксиданти) видаляли пранням або промивкою. У подальшому, з переходом на нову систему виробництва і контролю якості за стандартами GMP, шовні матеріали виробляються з високим рівнем чистоти на всіх технологічних переходах.

Серед шовних матеріалів, які нерозсмоктуються, найбільші переваги мають поліпропіленові (ПП) мононитки, оскільки вони міцні, стійкі до ензимів тканин, неканцерогенні та біологічно інертні. Потреби медицини в широкому асортименті шовних матеріалів, а також високі вимоги, що пред'являються до їх властивостей, зумовили необхідність розробки спеціальних технологій модифікації. Поліпропіленові нитки з високими міцністю та ступенем релаксації одержують формуванням із розплаву ПП, що містить добавки філаміду і лекалубу. Такі мононитки є якісним шовним матеріалом, оскільки в них відсутні кінцеві деформації під час натягування чи розтягування в момент зшивання країв ран [1]. Важливим напрямком модифікації шовних матеріалів є створення біологічно-активних хірургічних ниток. В залежності від способу введення препарати можуть входити в структуру готової нитки як наповнювачі, бути на ній зафіксовані хімічними зв'язками, або нанесені за допомогою полімерних покриттів тощо. В роботі [2] показано, що введення в структуру ПП монониток вуглецевих нанотрубок забезпечує їм підвищену міцність та початковий модуль, а також бактерицидну дію до ряду мікроорганізмів. Модифікуючий ефект визначається вмістом нанодобавки.

На сьогодні в умовах воєнних дій в Україні освоєння виробництва вітчизняних монониток зі стійкими антимікробними властивостями, які можуть бути використані як хірургічний шовний матеріал та сировина для алотрансплантатів, є особливо актуальною задачею.

Мета даної роботи – модифікація поліпропіленових монониток для надання антимікробних та високих механічних властивостей.

Об'єкти дослідження – поліпропіленові мононитки, модифіковані бінарними добавками полігексаметиленгуанідінхлорид/вуглецеві нанотрубки (ПГГХ/ВНТ). Мононитки формували на лабораторному стенді із гранул сумішей ПП/ПГГХ/ВНТ за температури (Т) 190 °С, з фільєрною витяжкою 1000 %. Термоорієнтаційне витягування здійснювали при Т = 150 °С з кратністю 8. Діаметр монониток складав 0,1; 0,2 мм. Нитки з такими діаметрами найчастіше застосовуються в хірургії як шовний матеріал та для виробництва сітчастих ендопротезів. Модифікуючі добавки вводили в розплав ПП на лінії грануляції полімерів ЛГП - 25. Механічні характеристики монониток визначали на розривній машині РМ-3. Антимікробні властивості оцінювали за діаметром зони затримки росту мікроорганізмів в міліметрах [3].

Відомо, що визначальними функціями хірургічного шва є забезпечення щільного і надійного з'єднання тканин та утримання їх у зафіксованому стані з постійною компресією на протязі всіх етапів заживлення ран. Міцність ниток у вузлі є основним параметром, який визначає надійність хірургічного шва. Цей показник закладено в нормативну документацію ЕРС ( European Pharmacopoea) та USP (US Pharmacopoea ). Механічні властивості ПП ниток, модифікованих вихідними нанотрубками, ПГГХ та бінарними добавками ВНТ/ПГГХ, наведені в табл. 1. Як видно із табл.1, введення добавок підвищує механічні характеристики монониток. Про покращення еластичності свідчить збільшення міцності ниток при розриві у петлі та вузлі. При цьому бінарні добавки є ефективнішими, ніж окремі компоненти.

**Таблиця 1. Вплив вмісту ВНТ та ПГГХ на механічні властивості ПП монониток**

| Вміст добавки ВНТ/ПГГХ, мас. % | Текс | Відносна міцність, МПа | Міцність, МПа |         | Видовження при розриві, % |
|--------------------------------|------|------------------------|---------------|---------|---------------------------|
|                                |      |                        | у петлі       | у вузлі |                           |
| 0/0                            | 5,6  | 340                    | 150           | 160     | 15,4                      |
| 1,0/0                          | 7,2  | 390                    | 160           | 170     | 10,9                      |
| 0/1,0                          | 6,2  | 430                    | 260           | 280     | 11,2                      |
| 0,5/0,1                        | 4,5  | 510                    | 350           | 420     | 9,6                       |
| 1,0/1,0                        | 4,0  | 590                    | 380           | 440     | 9,0                       |
| 3,0/1,5                        | 4,4  | 440                    | 260           | 280     | 9,2                       |

Підвищена еластичність та низьке видовження модифікованих ниток покращить їх маніпуляційні властивості та забезпечать надійну фіксацію хірургічного вузла .

Результати дослідження біологічної активності монониток, сформованих із трикомпонентних композицій ПП/ВНТ/ПГГХ, свідчать про їх високу бактерицидну дію на ряд мікроорганізмів та грибів (табл. 2).

**Таблиця 2. Вплив вмісту ПГГХ і ВНТ на антимікробні властивості ПП ниток**

| Вміст<br>ВНТ/<br>ПГГХ,<br>мас. % | Діаметри зони затримки росту мікроорганізмів, мм |                        |                          |                         |                           |                          |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                                  | S.aur.<br>ATCC<br>25923                          | S.aur.<br>ATCC<br>6538 | E.coli<br>ATCC<br>225922 | P.vulg.<br>ATCC<br>4636 | Ps.aeur.<br>ATCC<br>27853 | Ps.aeur.<br>ATCC<br>9027 | C.albic.<br>ATCC<br>855/653 |
| 0/0,5                            | 5,8                                              | 6,9                    | 5,3                      | 3,4                     | 3,2                       | 3,2                      | 2,6                         |
| 0,5/0                            | 2,2                                              | 2,1                    | 2,3                      | ріст                    | ріст                      | ріст                     | ріст                        |
| 0,1/0,5                          | 16,4                                             | 17,0                   | 17,2                     | 8,2                     | 7,8                       | 6,2                      | 5,4                         |
| 0,1/1,0                          | 21,0                                             | 20,8                   | 22,4                     | 24,2                    | 21,3                      | 12,9                     | 7,1                         |
| 0,5/0,5                          | 18,2                                             | 19,1                   | 18,1                     | 9,0                     | 9,2                       | 6,9                      | 7,9                         |
| 0,5/1,5                          | 30,9                                             | 31,0                   | 30,4                     | 29,9                    | 24,9                      | 25,1                     | 20,9                        |
| 1,0/1,0                          | 31,8                                             | 33,2                   | 29,3                     | 31,1                    | 25,7                      | 26,2                     | 21,3                        |

Одночасне використання ВНТ і ПГГХ забезпечує синергізм антимікробних та антимікотичних показників. Так, бактерицидні властивості монониток, що містять 0,5 мас.% ВНТ або ПГГХ, слабо виражені, судячи з величин діаметрів зони затримки росту мікроорганізмів. При введенні 0,1 мас.% вуглецевих нанотрубок в суміш ПП/ПГГХ, яка містить 0,5 мас.% бактерицидної добавки, антимікробна дія модифікованих ниток різко зростає по відношенню до всіх досліджених мікробів і грибів. Найбільший ефект досягається по відношенню до культури *St.aureus*. Збільшення концентрації ПГГХ і ВНТ супроводжується підвищенням біологічної активності ниток. Розроблені нитки монолітні, мають гладеньку поверхню, проявляють травматичну дію при проходженні через тканини, не викликають запалень, а також алергії або гіперчутливості. Завдяки високій міцності та еластичності вони добре фіксують хірургічний вузол. Підвищення міцності дозволяє зменшити діаметр ниток і тим самим мінімізувати масу імплантованого полімеру, що зменшує ризик реакцій на стороннє тіло (рис.).



### Рис. Модифіковані поліпропіленові мононитки

Найвищі антимікробні та антимікотичні властивості мають ПП мононитки модифіковані бінарною добавкою ВНТ/ПГГХ складу 0,7/1,3 мас. %.: діаметри зон затримки росту досліджуваних мікроорганізмів складають  $(23,7 \div 32,4)$  мм. Утворення значної бактерицидної зони навкруги ниток є важливим, оскільки перекривається відстань між сусідніми швами на рані, що зменшує ризик запалень. Розроблений шовний матеріал зберігає свою антимікробну активність по відношенню до культури *St.aureus* протягом 7-ми діб. Введення бінарної добавки ВНТ/ПГГХ підвищує стійкість поліпропіленових монониток до продуктів життєдіяльності організму. Так, міцність ниток із вихідного ПП та модифікованих – після перебування протягом 6 місяців у тканинах організму зменшується 21 на 11 % відповідно. Створені хірургічні нитки стерилізуються гострою парою або хімічними реагентами, зберігаючи при цьому стабільність вказаних вище властивостей.

Таким чином, встановлено, що введення бінарної добавки ВНТ/ПГГХ дозволяє одержувати поліпропіленові мононитки, що поєднують високі міцність, еластичність та антимікробні властивості.

Доклінічні випробування показали, що створено високоякісний шовний матеріал, впровадження якого в хірургічну практику сприятиме розробці нових високоефективних технологій хірургічних втручань і профілактики післяопераційних ускладнень та дозволить замінити імпорتنі аналоги на вітчизняні.

Розробка в подальшому технічних умов та технологічного регламенту виробництва модифікованих ПП монониток дозволить створити виробництво вітчизняних хірургічних матеріалів та сітчастих алотрансплантатів на їх основі. Такі матеріали є незамінними при лікуванні вогнепальних, різаних та гнійних ран.

#### Список використаної літератури

1. Пат. 30783U Україна, МПК А61L 17/00 Спосіб виготовлення мононитки хірургічної / В.В. Тавокін. – заявл. 22.11.07; опубл. 11.03.08.
2. Цебренко М.В., Резанова Н.М., Мельник І.А., Резанова В.Г., Вільцанюк О.А., Хуторянський М.О. Нанонаповнені поліпропіленові мононитки // Вісник КНУТД. – 2012.- №4. – С. 93-96.
3. Волянський Ю.Л., Гриценко І.С., Ширококов В.П. Вивчення специфічної активності протимікробних лікарських засобів: Методичні рекомендації. – К.: Державний фармакологічний центр, 2004. – 39 с.

**Чернюк В.І., Бедюх О.Р.**

*Корпорація «Науковий парк Київський університет імені Тараса Шевченка»,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **СТВОРЕННЯ MEMS ЛАБОРАТОРІЇ НА БАЗІ КОРПОРАЦІЇ «НАУКОВИЙ ПАРК КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»**

### **Аналіз проблеми**

MEMS системи - це технології і пристрої, що поєднують в собі мікроелектронні та мікромеханічні компоненти. Перша MEMS лабораторія була створена на базі Стенфордського університету. Зараз у світі існують декілька MEMS лабораторій у найбільш розвинених країнах (США, Німеччина, Сінгапур та ін.). Такі лабораторії є основою розвитку сучасних технологій створення мікропристроїв для промисловості. Типові розміри MEMS елементів лежать в діапазоні від 0,1 до 100 мікрметрів, тоді як розміри кристала MEMS мікросхеми мають розміри від 20 мікрметрів до 1 мм.

Серед електромікромеханічних елементів, які зараз знайшли широке розповсюдження, потрібно відзначити так звані «сенсори» - датчики тиску, акселерометри, гіроскопи, мікрофони, тобто вимірювальні прилади що переводять механічний рух, або іншу фізичну дію в електричний сигнал та навпаки «актуатори», що переводять електричний сигнал в фізичні дії. Такі елементи на побутовому рівні використовуються зараз в сучасних планшетах, телефонах, фотокамерах, ноутбуках, в системах безпеки автомашин та інше.

Подібні мікроелектричні пристрої використовуються також в навігаційних пристроях супутників, та, наприклад, при створенні високоточної зброї.

### **Мета та завдання проекту**

Створити MEMS лабораторію на базі Корпорації «Науковий парк Київський університет імені Тараса Шевченка».

Лабораторія буде розміщуватися у «чистому приміщенні», де в повітрі буде підтримуватися кількість часток розміром рівним або більшим ніж 1 мкм не більше 10-100 на кубічний метр повітря.

MEMS лабораторія буде включати сучасне обладнання для фотолітографії в ультрафіолетовому діапазоні, обладнання для хімічного паро-фазного осадження, обладнання для термо-вакуумного або іонно-плазмового напилення, метрологічне обладнання та інше. Загальна площа «чистого приміщення» буде складати 400-800 кв. метрів.

Крім створення самої лабораторії передбачається передача кількох технологічних карт для створення мікроприладів, які зараз мають великий попит на міжнародному ринку.

В зв'язку з вищевикладеним є такі напрямки діяльності Університету:

- Залучення до проекту і модернізація існуючих в Києві чистих приміщень (доведення їх до необхідного рівня чистоти);
- Отримання, освоєння і налагоджування обладнання для MEMS лабораторії;
- Підготовка кадрів для роботи в MEMS лабораторії (обов'язкове стажування в існуючих MEMS лабораторіях);
- Відпрацювання MEMS технологій по випуску сучасних мікроприладів (за допомогою існуючих MEMS лабораторій за кордоном України), наприклад, різних видів сенсорів, індивідуальних мікродатчиків поранення, мікрообладнання для безпілотників, навігаційного обладнання для супутників та інше.

### **Строки реалізації та фінансування проекту**

Строк реалізації проекту 2-3 роки, загальна вартість біля 45 000 000 ЕВРО. Можливі джерела фінансування:

- бажано залучення Українських ресурсів до 20 000 000 ЕВРО (перш за все на підготовку чистих приміщень та відпрацювання MEMS технологій в Україні);
- до 20 000 000 ЕВРО за конкурсом в рамках залучення допомоги Уряду ФРН (обладнання для MEMS лабораторії, відпрацювання MEMS технологій, підготовка спеціалістів в тому числі на підприємствах ФРН);
- до 7 000 000 ЕВРО за конкурсом в рамках залучення допомоги Уряду Японії (допомога в переобладнанні чистих приміщень).

### **Очікувані результати від реалізації проекту:**

Створення MEMS лабораторії має стратегічне значення для розвитку сучасних технологій (перш за все нанотехнологій) в електронній промисловості України в тому числі і в оборонній сфері (високоточне озброєння, навігаційне обладнання для військових супутників та безпілотників, мікрообладнання для розвідки, датчики поранення та інше).

Крім того, можлива передача кількох технологічних карт з випуску сучасних елементів мікроприладів цивільного призначення (сенсорів, мікро-акселераторів, актуаторів та інше), які мають сталий попит на міжнародному ринку, що забезпечить високу рентабельність роботи лабораторії та можливість створення та розвитку сучасних українських технологій.