НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

ISM-2021

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ім. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО «ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Українська Асоціація «Комп'ютерна Медицина»
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем
НАН України і МОН України
ВГО «Асоціація біомедичних інженерів і технологів»
ДУ «Національний інститут терапії ім. Л. Т. Малої НАМН України»
Харківський національний медичний університет
Wyższa Szkoła Humanitas
School of Economics and Management of Public Administration in Bratislava «VŠEMvs»

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ» (ІСМ–2021)

25–26 листопада 2021 р.
Харків, Україна

Збірник наукових праць

4-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES IN MEDICINE» (ISM–2021)

November 25–26, 2021
Kharkiv, Ukraine

Collection of scientific articles

УДК 004.9:61 (063)

Редакційна колегія: О. В. Висоцька, А. П. Порван, Г. М. Страшненко

IV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ІСМ–2021) [Текст] : зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 260 с.

ISBN 978-966-662-842-1

До збірника включено матеріали наукових доповідей учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні системи та технології в медицині» (ІСМ–2021).

Наведено основні науково-технічні досягнення, упровадження й досвід використання медичних інформаційних систем і технологій. Розглянуто питання розвитку електронної охорони здоров’я і доказової медицини; упровадження e-Health і m-Health, медичних інформаційних діагностичних технологій та інтелектуальних систем; отримання, оброблення, аналізу, зберігання, передачі й захисту медико-біологічної інформації; розроблення сучасних апаратно-програмних комплексів і телекомунікаційних технологій в медицині, біології, психології, екології. Висвітлено біоетичні аспекти впровадження медичних інформаційних систем і технологій.

Для спеціалістів медичних, науково-дослідних і промислових організацій, викладачів, аспірантів, студентів.

Видання підготовлено кафедрою радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів та технологій Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

61070, Україна, Харків, вул. Чкалова, 17.
Тел.: +38 (057) 788-45-02

УДК 004.9:61 (063)

© Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2021

ISBN 978-966-662-842-1

Голова конференції – ректор Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", професор, д. т. н., Нечипорук М. В.

Співголови конференції: професор, д. т. н. Висоцька О. В., професор, д. мед. н. Майоров О. Ю., с.н.с., д. т. н. Павліков В.В.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Азархов О. Ю., професор, д. мед. н., Маріуполь, Україна;
Белозьоров І. В., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Георгіянц М. А., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Говорущенко Т. О., професор, д.т.н., Хмельницький, Україна;
Годлевський Л. С., д. мед. н., Одеса, Україна;
Дьомін Д. О., професор, д. т. н., Харків, Україна;
Килівник В. С., к. мед. н., Вінниця, Україна;
Клименко В. А., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Коваленко О. С., професор, д. мед. н., Київ, Україна;
Колеснікова О. В., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Корж М. О., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Коростій В. І., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Левикін В. М., професор, д. т. н., Харків, Україна;
Лукін В. В., професор, д. т. н., Харків, Україна;
Максименко В. Б., професор, д. мед. н., Київ, Україна;
Мінцер О. П., професор, д. мед. н., Київ, Україна;
М'ясоєдов В. В., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Морозов А.О. академік НАНУ, професор, д. т. н., Київ, Україна;
Настенко Є. А., професор, д.біол.н., к.т.н., Київ Україна;
Ніколенко Є.А., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Новікова І. В., к. мед. н., Харків, Україна;
Павлов С. В., професор, д. т. н., Вінниця, Україна;
Панченко О. А., професор, д. мед. н., Київ, Україна;
Рак Л. І., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Рижов О. А., професор, д. фарм. н., Запоріжжя, Україна;
Соколов В. М., професор, д. мед. н., Одеса, Україна;
Стауде В. А., к. мед. н., Харків, Україна
Тимчик С. В., доцент, к.т.н., Вінниця, Україна;
Томашевський Р. С. доцент, к.т.н., Харків, Україна;
Фадєєнко Г. Д., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Файнзільберг Л. С., професор, д.т.н., Київ, Україна;
Федак Б. С., професор, д. мед. н., Харків, Україна;
Федорович О. Є., професор, д.т.н., Харків, Україна;
Харченко В. С., професор, д.т.н., Харків, Україна;
Яворський Б. І., професор, д. т. н., Тернопіль, Україна;
Andrzej Siwiec, PhD, Director of Jan Pawel II Pediatric Center, Sosnowiec, Poland;
Georges Dagher, PhD, Director of Biobanques infrastructure, Inserm, Paris, France;
Gianfranco Raimondi, Prof., Rome, Italy;
Nadiya Dubrovina, PhD., Bratislava, Slovakia;
Oleksii Tyshchenko, PhD, Ostrava-City, Czech Republic;
Zbignew Sliwinski, Prof., D.Sc., Wroclaw, Poland.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

SYMPATHETIC ACTIVATION AFTER DIFFERENT KIND OF EXERCISES ON HRV USING A FUZZY LOGIC APPROACH
G. Raimondi, L. Barsi, A. Andreadi, N. Marchitto, S. Taurisano, A. Martynenko, L. Maliarova ……..…… 14

SIMULATION OF HIGH-FREQUENCY HEATING PROCESSES DURING WELDING OF LIVING TISSUES
V. V. Shlykov, V. A. Danilova, A. G. Dubko ……..…… 15

ЦІЛІСНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ
М. В. Євланов ……..…… 16

ФАКТОРНА МОДЕЛЬ НЕЛІНІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЕГ У ХЛОПЧИКІВ ПІДЛІТКІВ З ДЕПРЕСІЄЮ
О. Ю. Майоров, Е. А. Міхайлова, А. Б. Прогнімак, Т.Д. Нессонова …… 18

ЧИННИКИ КЛІНІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАТОЛОГІЧНИХ СТАНІВ, ВИКЛИКАНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЮ ВІЙНОЮ
О. А. Панченко …… 20

РОЛЬ МПР, 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ И ВИРТУАЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ В ВЫЯВЛЕНИИ ПАТОЛОГИИ ТОЛСТОЙ КИШКИ
В. Н. Соколов, Л. В. Анищенко …… 22

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ РІШЕНЬ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ОБСЛУГОГУВАННЯ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ
О. Є. Федорович, Ю. Л. Прончаков, К. О. Западня, О. В. Сломчинський …… 24

ПРОБЛЕМИ ВИЯВЛЕННЯ БІОСИГНАЛІВ У МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ
Є. Б. Яворська, Г. Б. Цуприк, Р. В. Кінаш, В. І. Николайчук …… 25

ЕЛЕКТРОННА ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я.
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ E-HEALTH.

APPLICATION OF SAFETY AND CYBER SECURITY TECHNOLOGIES IN HEALTHCARE
N. A. Dubrovina, V. A. Klymenko, O. V. Vysotska, L. S. Guryanova, V. A. Dubrovina …… 28

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЛЮДИНИ З ПОСТТРАВМАТИЧНИМ СИНДРОМОМ: РОЗРОБЛЕННЯ І АПРОБАЦІЯ
В. М. Бєлов, В. О. Козловська, Т. М. Гонтар …… 29

СТАНДАРТНІ ОПЕРАЦІЙНІ ПРОЦЕДУРИ В ЗАКЛАДАХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
О. К. Білошицька, О. Л. Зюков, О. О. Ошивалова …… 30

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОСОБИСТОСТІ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНО-ІНДИКАТОРНОГО МЕТОДУ
В. С. Гнатенко, О. А. Панченко, В. Г. Антонов …… 31

МОДУЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ІНТЕРАКТИВНО-АНАЛІТИЧНИХ ТА СКРИНІНГОВИХ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
Н. В. Дорош, К. І. Ільканич, О. І. Дорош …… 33

ВИРІШЕННЯ ПІДЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ
М. В. Євланов, Н. В. Васильцова …… 34

МОДЕЛІ ОБМІНУ ЦИФРОВИМИ МЕДИЧНИМИ ДАНИМИ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА МІЖ НИМИ З ЗАСТОСУВАННЯМ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ
О. С. Коваленко, Л. М. Козак, М. Наджафіан Тумаджані …… 35

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ЗДОРОВ'Я В УКРАЇНІ
Л. О. Кошева, Є. В. Моісєенко, О. Б. Іванець …… 37

СУЧАСНІ ІНОФРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ВТОМИ МОЗКУ У ОПЕРАТОРІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ВИДІВ ДІЯЛЬНОСТІ

В. Д. Кузовик, О. В. Булигіна, К. О. Безвершнюк 39

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ INTERSYSTEMS IRIS ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

О. Б. Лещенко, А. М. Анікін 41

ДОСЛІДЖЕННЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ ЛІКАРІВ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ

А. О. Москаленко, Т. О. Говорущенко, В. В. Осядлий 42

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

О. Ю. Майоров, Т. Д. Нессонова 44

СОЦІАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ФАКТОР ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКОВОЇ ПОЛІТИКИ В ПРОЄКЦІЇ НА ОСОБИСТІСТЬ

О. А. Панченко, В. Г. Антонов, А. М. Малєєва 46

РОЛЬ ІТ У ВИЗНАЧЕННІ ТЕМПІВ СТАРІННЯ ЛЮДИНИ

А. П. Порван, І. О. Почепецька 48

ІТ-ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ЛЮДСЬКИМ ЧИННИКОМ

О. Ф. Протасенко, Г. В. Мигаль 49

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ НАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ

К. Ю. Черниш, О. К. Білошицька 51

МЕДИЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ З РЕАЛІЗАЦІЄЮ МЕХАНІЗМУ РЕІМБУРСАЦІЇ В УКРАЇНІ

М. О. Шаріпов 53

БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ В ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

О. В. Шерберг, А. В. Соломін 54

ПРОБЛЕМИ ОТРИМАННЯ, ОБРОБКИ, АНАЛІЗУ, ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕДАЧІ І ЗАХИСТУ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ В МЕДИЦИНІ

DISTANCE READING FISHES IN THE WATER AREA BY COLORIMETRIC PARAMETERS RELATED TO PRODUCTIVITY AND DIVERSITY OF PHYTOBENTOS

A. Ya. Grigoriev, A. V. Levchenko, A. Ryabovol, O. V. Vysotska, V. I. Kalashnikova 57

AUTOMATIC DETERMINATION OF THE HEART'S ELECTRICAL AXIS IN CARDIOLOGICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

A. E. Filatova, M. Fahs 58

DATA PROCESSING AND ANALYSIS PROBLEMS IN CLINICAL RESEARCH

V. A. Klymenko, N. M. Drobova, O. V. Piontkovska, T. O. Khalturina, O. V. Pasichnyk, S. S. Shelest, O. V. Vysotska, A. I. Pecherska 60

PLASMONIC METAMATERIALS WITH A LARGE GROUP DELAY TIME IN MICROWAVE REGION

Y. N. Savin 61

AN ANALYSIS OF CORRELATION PLACES OF COLORATION PARAMETERS IF NEOGALE VISON IN THE METHOD OF ITS DEMASKING

V. Vyshnyakov, T. Klochko, O. Vysotska, I. Hnoievyi, E. Sidorchuk 64

MODELING RELATIONS OF DIVERSITY AND EVENNESS IN THE ADAPTIVE STRATEGY OF PROTECTIVE COLORATION OF *NANDINIA BINOTATA*

V. Yu. Vyshnyakov, T. O. Klochko, O. V. Vysotska, O. M. Zinchenko, K. V. Nosov 65

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ

М. В. Архирей, О. Б. Іванець, А. М. Дрозд, О. К. Лашкул 66

НОВА КОМПАРТМЕНТНА МОДЕЛЬ ПОШИРЕННЯ КОРОНАВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ COVID 2019

М. Ф. Бабаков, В. І. Луценко, О. В. Кривенко , В. А. Клименко, І. В. Попов , В. В. Пшеничний 67

ЛЕГА МОДЕЛІ КОРОНАВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ

М. Ф. Бабаков, В. І. Луценко, О. В. Кривенко , В. А. Клименко, І. В. Попов 69

РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ АЛГОРИТМОМ ГЕНЕТИЧНО-ІНДУКТИВНОГО ЛІСУ

В. О. Бабенко, Є. А. Настенко, В. А. Павлов, О. К. Носовець 71

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА-ХУАНГА ДЛЯ АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ

К. О. Безвершнюк, М. Ю. Бурiченко, О. В. Мельников, Х. С. Мусійчук 73

ОНТОЛОГО-КЕРОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПРОВЕДЕННЯ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ

В. Ю. Величко 74

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ІОНІВ В СТАЛЯХ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВНАСЛІДОК ІОННОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ

В. В. Гончаров, І. С. Скарга-Бандурова, В. Д. Самойлов 76

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ПУЛЬСОВИХ ХВИЛЬ ЗАСОБАМИ MATLAB ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

В. І. Дегтярук, Ю. В. Дегтярук 77

ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ

О. А. Ерошенко, И. В. Прасол 80

МЕТОДИ ВИДІЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОЗНАК ДЛЯ НЕЙРОННОГО ІНТЕРФЕЙСУ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕЛЕКТРОМІОРГРАМИ

П. І. Ізюмкін, А. В. Соломін 81

ІНТЕРАКТИВНИЙ МЕТОД ПСИХОДІАГНОСТИКИ ДІТЕЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ПСИХОЛОГІЧНОГО НАСИЛЬСТВА

А. В. Кабанцева, К. Г. Селіванова 83

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ПРИРОДНО-МОВНИХ ТЕКСТІВ ПРИ РОБОТІ З ОНТОЛОГІЯМИ НА ПРИКЛАДІ ДІАЛОГОВОЇ СИСТЕМИ ЗА МАТЕРІАЛАМИ «БІЛОЇ КНИГИ З ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ В ЄВРОПІ»

В. В. Каверинський 85

СИНТЕЗ ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ З ПІДТРИМКИ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ

Є. М. Кісельов, Н. І. Строітєлєва, В. Є. Кісельов 86

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ DATA MINING ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙНОГО СТАНУ ОПЕРАТОРА ЗА ДІЇ ПРОФЕСІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

О. А. Кривова, Л. М. Козак 87

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЗБИРАННЯ, КОДУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ОБЛІКОВИХ ДАНИХ УРГЕНТНИХ ТА ПЛАНОВИХ ПАЦІЄНТІВ ДИТЯЧОЇ ЛІКАРНІ

О. С. Крячок 89

ОЦІНКА ПРОСТОРОВИХ КРИТЕРІЇВ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ГЕНЕРАТОРА НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ І ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ

С. М. Куліш, Ю. А. Волошин 91

СТРУКТУРА БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

О. П. Кургаєв 94

ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЇ СИГНАЛУ ВІДПОВІДІ ГАНГЛІОЗНИХ КЛІТИН СІТКІВКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ РЕТИНАЛЬНИХ ЗОРОВИХ ПРОТЕЗІВ

О. В. Монченко, Є. О. Тищенко 96

ВИКОРИСТАННЯ КОРПУСНИХ ТА КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ГАЛУЗІ ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ

М. В. Надутенко 97

МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВЕЛИКИХ ПОЖЕЖ У ЛІСАХ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ
А. Н. Некос, Г. В. Тітенко, Л. Ф. Чорногор, Л. Л. Чорногор 100
ГАЗОРОЗРЯДНИЙ МЕТОД ПОШУКУ БІОЛГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК
В. П. Олійник 101
МЕТОД ДЖОНС-МАТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ
С. В. Павлов, Н. І. Заболотна, О. В. Карась, А. К. Зильгараева 103
ВИРІШЕННЯ ПІДЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ СКЛАДУ, ЗМІСТУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ РЕСУРСІВ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ
І. Ю. Панфьорова 105
ОНТОЛОГІЧНА КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПІДСИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ
М. Г. Петренко 106
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОМБІНОВАНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО ВИРІШАЛЬНОГО ПРАВИЛА В МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
А. И. Поворознюк, О. А. Поворознюк 107
АНАЛІЗ МУЛЬТИФОКАЛЬНОСТІ ОБ'ЄМОЗАМІННОЇ ІНТРАОКУЛЯРНОЇ ЛІНЗИ
О. С. Поліщук, В. В. Козяр 109
РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ПОШИРЕННЯ КОРОНАВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ COVID 2019
К. І. Попова, В. І. Луценко, І. В. Луценко, М. Ф. Бабаков, Иян Ло 111
РОЗРОБЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПІДТРИМКИ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ. ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД
В. В. Приходнюк 113
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ СИГНАЛИЗАТОР НА СМАРТФОНЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕСПИРАТОРНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ
Л. С. Файнзильберг 115
ОЦЕНКА СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ ПО ПАЛЬЦЕВОЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЕ, РЕГИСТРИРУЕМОЙ С ПОМОЩЬЮ ВСТРОЕННОЙ КАМЕРЫ СМАРТФОНА
Л. С. Файнзильберг, А. Н. Макеенок 117
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХІВ ЛЮДИНИ ЗА ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИМИ СИГНАЛАМИ
М. О. Хвостівський, О. В. Фуч, Н. В. Пашкевич 119
ЗАСТОСУВАННЯ СКАТЕРОГРАМИ І РОЗПОДІЛУ ІМОВІРНОСТЕЙ R-R і P-Q ІНТЕРВАЛІВ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ХОЛТЕРІВСКОЇ ЕКГ
В. І. Шульгін, В. В. Федотенко, К. В. Наседкін 120
ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ ПЛОДА З БАГАТОКАНАЛЬНОГО АБДОМІНАЛЬНОГО СИГНАЛА В РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ
В. І. Шульгін, В. В. Федотенко 122
СПЕЦИФІКАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ГОМОДИННОЇ ТОМОГРАФІЇ ДЛЯ САПР КВАНТОВОЇ МЕДТЕХНІКИ
Б. І. Яворський 124

ДОКАЗОВА МЕДИЦИНА. ІНФОРМАЦІЙНІ ДІАГНОСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ. БІОЕТИКА В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СУСПІЛЬСТВІ.

CORRELATION ANALYSIS BETWEEN MAIN FACTORS OF PROGRESSION OF DIABETIC NEPHROPATHY AND THE LEVEL OF PROINFLAMMATORY CYTOKINES
R. Alekseienko, Ye. Radzishevska, L. Rysovana, A. Matsko, H. Borodkina 126
FORMATION OF A POOL FREE-CIRCULATING NUCLEIC ACID: ORIGIN AND FUNCTION
O. O. Otchenashenko 127

ВИВЧЕННЯ РОЛІ ПРОЗАПАЛЬНИХ ЦИТОКІНІВ У ПРОГРЕСУВАННІ ДІАБЕТИЧНОЇ НЕФРОПАТІЇ
Р. В. Алексеєнко, Н. О. Гордієнко, С. С. Гранкіна, Г. М. Бородкіна, Л. М. Рисована …….. 128
ПРОФІЛЬ СЕНСІБІЛІЗАЦІЇ У ХВОРИХ З РЕСПІРАТОРНОЮ АЛЕРГІЄЮ
Т. В. Бездітко, Г. В. Єрьоменко, К. А. Остапенко …… 130
ПІДХІД ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ БАГАТОШАРОВОГО ПЛОСКОГО ЕПІТЕЛІЮ НА ЗОБРАЖЕННЯХ МІКРОСКОПІЇ ГІСТОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ
Т. О. Білобородова, І. С. Скарга-Бандурова, Я. О. Критська, С. О. Ломакін, О. Л. Прищепа, Т. О. Мякушко …… 131
МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРИ ВИБОРІ ТАКТИКИ ЛІКУВАННЯ РАБДОМІОСАРКОМ У ДІТЕЙ
Ю. Р. Вальтер, О. К. Білошицька …… 132
РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЕТИКИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ БІОМЕДИЧНОГО ІНЖЕНЕРА
О. В. Висоцька …… 133
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗМІН ГОМЕОСТАЗУ ЛЮДИНИ ПРИ СПОЖИВАННІ ПРИРОДНИХ ВОД
Н. В. Глухова, Л. А. Пісоцька …… 134
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ МЕДИЧНИХ РІШЕНЬ З ВРАХУВАННЯМ ПРАВОВИХ ПІДСТАВ
Є. Г. Гнатчук, Т. О. Говорущенко …… 135
СТРУКТУРА ПІДСИСТЕМИ ЗАПОБІГАННЯ РИЗИКІВ ВІДТОРГНЕННЯ ДОНОРСЬКИХ ОРГАНІВ
Т. О. Говорущенко, О. О. Говорущенко, Д. А. Любовецький …… 137
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ
І. Й. Єрмакова , А. Ю. Ніколаєнко , О. В. Грицаюк , П. М. Кравченко …… 140
ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ПЕЛЬТЬЄ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОСУДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОНОРСЬКИХ ОРГАНІВ
Я. С. Забіло, В. В. Козяр …… 142
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЄ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ДЛЯ ДОНОРСЬКИХ ОРГАНІВ
Я. С. Забіло, В. В. Козяр …… 143
РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АНЕМІЇ У ДІТЕЙ РАННЬОГО ВІКУ ШЛЯХОМ ОЦІНКИ МІНЕРАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ
Д. А. Зубченко, Г. М. Страшненко …… 144
ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРУКТУРНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН В СЕРЦІ І СУДИНАХ У ХВОРИХ НА ДІАБЕТИЧНУ НЕФРОПАТІЮ
О. М. Кірієнко, А. О. Несен, П. С. Семенових, М. О. Кірієнко, Л. М. Грідасова, О. І. Циганков …… 145
ІНФОРМАЦІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕПД В ФІЗИЧНІЙ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНІЙ МЕДИЦИНІ (ФРМ)
В. С. Килівник …… 146
РОЛЬ МЕТАБОЛІЧНИХ ПОРУШЕНЬ У ПРОГРЕСУВАННІ АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ У ХВОРИХ З АБДОМІНАЛЬНИМ ОЖИРІННЯМ
С. М. Коваль, І. О. Снігурська, Д. К. Милославський, О. В. Мисниченко, Г. М. Страшненко …… 148
МОЖЛИВІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ГІПЕРТРОФІЇ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА У ХВОРИХ НА АРТЕРІАЛЬНУ ГІПЕРТЕНЗІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІНАРНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ
С. М. Коваль, І. О. Снігурська, К. О. Юшко, Т. Г. Старченко, О. В. Висоцька …… 150
НОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ТЕМПІВ СТАРІННЯ У ПАЦІЄНТІВ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ТА СУБКЛІНІЧНИМ ГІПОТИРЕОЗОМ
О. В. Колеснікова, А. О. Радченко …… 152
РОЛЬ CTRP 3 У РОЗВИТКУ РАННІХ УСКЛАДНЕНЬ ГОСТРОГО ІНФАРКТУ МІОКАРДА У

ПАЦІЄНТІВ ІЗ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПА

М. Ю. Котелюх …… 154

МОДЕЛЮЮЧІ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН У ВЛАСТИВОСТЯХ ІНТРАОКУЛЯРНОЇ РІДИНИ ПІД ЧАС ТАМПОНАДИ ВІТРЕАЛЬНОЇ ПОРОЖНИНИ

О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов …… 155

ВПЛИВ ДОЗОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬНОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ ТОЧКИ

С. М. Куліш, Ю. А. Волошин, І. С. Водоріз …… 156

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЧАСУ ТА ПРОСТОРУ ПОШИРЕННЯ ЕПІДЕМІЇ COVID-2019 В УКРАЇНІ

Ло Иян , В. І. Луценко, С. М.'Шульга, К. І. Попова, М. Ф. Бабаков …… 158

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИБОРУ АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ЛАПАРОСКОПІЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ

М. В. Лоза, Г. М. Страшненко …… 160

ІНФОРМАЦІЙНА ПОЛІХРОМНО-ПРЕФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА АДАПТАЦІЇ ЛЮДИНИ ДО ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВ

Є. В. Моісеєнко, О. К. Лашкул …… 161

ЕКОЛОГІЧНА ПРОСВІТА ЯК СПОСІБ ПРОФІЛАКТИКИ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

А. Н. Некос, Г. Д. Паршуков …… 163

ДО ПИТАННЯ ПРО ПРОГНОСТИЧНУ РОЛЬ ВАСКУЛОЕНДОТЕЛІАЛЬНОГО ФАКТОРА РОСТУ У ХВОРИХ З КОМОРБІДНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

В. Д. Немцова, В. В. Златкіна, Г. М. Страшненко, О. М. Євтушенко, Г. Е. Семятічко …… 164

ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ РЕМОДЕЛЮВАННЯ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ 2 ТИПУ

А. О. Несен, К. О. Савічева, П. С. Семенових, Т. Д. Щербань, В. Ю. Гальчінська …… 166

КОРЕЛЯЦІЯ ІНДЕКСУ ІНСУЛІНОРЕЗИСТЕНТНОСТІ METS-IR ЗІ СКЛАДОВИМИ КАРДІОМЕТАБОЛІЧНОГО РИЗИКУ У ПАЦІЄНТІВ З ГІПЕРТОНІЧНОЮ ХВОРОБОЮ

А. О. Несен, В. А. Чернишов, П. С. Семенових, О. М. Кірієнко, В. Л. Шкапо, К. О. Савічева …… 167

АСОЦІАЦІЯ РІЗНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ З РІВНЕМ БІОМАРКЕРА ST2 У ПАЦІЄНТІВ З СЕРЦЕВОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ТА ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ

О. О. Меденцева, Ю. С. Рудик …… 169

ІНФОРМАЦІЙНЕ НАСИЛЛЯ В КОНТЕКСТІ ПСИХІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ЛЮДИНИ

О. А. Панченко, В. Г. Антонов, В. В. Гуменюк …… 171

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ЕПОХУ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

О. А. Панченко, А. В. Кабанцева, І. А. Сердюк …… 172

ЗАМІНА ПОШКОДЖЕНИХ НЕРВОВИХ ЗАКІНЧЕНЬ НА ЇХ ШТУЧНІ АНАЛОГИ ТА ПОВЕРНЕННЯ ВТРАЧЕННИХ ФУНКЦІЙ

Г. І. Пащенко, О. К. Білошицька …… 174

АНАЛІЗ КУМУЛЯТИВНОГО РИЗИКУ ПОВТОРНОЇ ГОСПІТАЛІЗАЦІЇ ХВОРИХ ІЗ СЕРЦЕВОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ТА СУПУТНЬОЮ ТИРЕОЇДНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

С. М. Пивовар, Ю. С. Рудик, О. Б. Кротова …… 175

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НА COVID-19 У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

А. П. Подаваленко, М. А. Георгіянц, Т. Д. Нессонова, А. П. Порван, С. Є. Білецька …… 177

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКІСТЬ ТА ТЯЖКІСТЬ ПЕРЕБІГУ COVID 2019

К. І. Попова, В. І. Луценко, І. В. Луценко, М. Ф. Бабаков, Иян Ло …… 178

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СПЕЦІАЛЬНОГО ЛІКУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО РАКА ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ НА ПОЯВУ ВІДДАЛЕНИХ НАСЛІДКІВ З БОКУ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Є. Б. Радзішевська, Н. О. Гордієнко, С. М. Лад …… 180

РОЗВИТОК ВІДДАЛЕНИХ НАСЛІДКІВ У ВИГЛЯДІ ПАТОЛОГІЙ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ У ПАЦІЄНТІВ, ЯКІ ПРОХОДИЛИ СПЕЦІАЛЬНЕ ЛІКУВАННЯ З

ПРИВОДУ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО РАКУ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ
Є. Б.Радзішевська, Л. М.Рисована, С. С. Гранкіна …….. 182
ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ПОДРОСТКОВ-СПОРТСМЕНОВ
Л. И. Рак, А. П. Порван, А. Н. Зинченко …….. 183
СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО БАЛАНСУ У ХВОРИХ НА ДІАБЕТИЧНУ НЕФРОПАТІЮ
П. С. Семенових, А. О. Несен, Ю. С. Якименко, О. М. Щенявська …….. 185
МІЦНІСТЬ ФІКСАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ ТА ПОЛІМЕРНИХ PLA/PGA ГВИНТІВ В КІСТКОВІЙ ТКАНІ ПРИ ОСТЕОСИНТЕЗІ ПЕРЕЛОМІВ ДОВГИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК
О. Г. Шайко-Шайковський, О. Г. Дудко, В. Є. Кривоносов, О. М. Сорочан …….. 188
СТЕНТУВАННЯ ЯК СУЧАСНИЙ СПОСІБ ЛІКУВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ
І. Ю. Ярмоленко, О. К. Білошицька …….. 189

СУЧАСНІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ, БІОЛОГІЇ, ПСИХОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ. M-HEALTH.

«FUNCTIONAL DISEASES 1.0» INFORMATION SYSTEM
H. Dobrorodnia , L. Rysovana …….. 193
INFRARED CAMERA TO MONITOR LOW-TEMPERATURE THERMAL FIELD DYNAMICS
E. Gordiyenko, G. Shustakova, Yu. Fomenko, G. Kovalov, D. Domnenko, P. Bondar …….. 194
DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR FORMING OF A PERSONAL TRAINING PROGRAM
M. Milanov, A. Yelizieva, Yu. Leshchenko …….. 196
MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO RESEARCH AND ANALYSIS OF THE SAFETY OF COMPLEX TRANSPORT SYSTEMS
G. V. Mygal, V. P. Mygal, O. F. Protasenko …….. 197
AUTOMATION OF REMOTE MEASUREMENTS OF ECOLOGICAL CONDITION OF FRESHWATER
A. V. Popov, A. A. Kadaner …….. 199
THE ELECTROMAGNETIC CHARACTERISTICS OF THE PLASMONIC METASURFACE WITH HIGH LOSS LIQUID SOLUTIONS ON AS A MICROWAVE METABIOSENSOR
Y. N. Savin, Z. E. Eremenko, K. S. Kuznetsova …….. 200
ДОМАШНІЙ ФЕТАЛЬНИЙ ПУЛЬСОМЕТР
О. Ю. Азархов, І. І. Сілі …….. 202
СИСТЕМА АНАЛІЗУ АСИМЕТРІЇ КТ-ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУР ВИЯВЛЕННЯ ПАТОЛОГІЙ
В. В. Атамась, Є. А. Настенко, А. В. Соломін …….. 204
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СЕНСОРІВ РЕЄСТРАЦІЇ АКУСТИЧНИХ ШУМІВ ПРОЦЕСУ ДИХАННЯ
М. Ф. Бабаков, Є. О. Кривенко, О. В. Кривенко' , В. І. Луценко, В. А. Клименко , О. В. Піонтковська, Н. М. Дробова …….. 206
ОЦІНЮВАННЯ ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ З РИЗИКОМ НА ЗАХВОРЮВАННЯ COVID-19
В. М. Бєлов, Т. А. Кобзар, Т. В. Крячок, О. С. Сєміхова, Н. В.Черленюк …….. 208
РОЗШИРЕННЯ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ ВИСОКОЧАСТОТНОЇ ЛАНКИ АКУСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ
А. А. Борщ, А. В. М ушкет, В. М. Олійник …….. 209
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО ТЕСТУВАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ
М. М. Будник …….. 210
ОЦІНКА РИЗИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PULSEWAVE МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
В. М. Будник, Т. М. Риженко …….. 212
РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ПОТЕНЦІЙНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЛЮДИНИ
Л. В. Васильєва, О. Ф. Тарасов, О. О. Марчук …… 214
СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ
В. В. Горборуков …… 216
МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИЧНОГО АБСОРБЦІЙНОГО ДАТЧИКА ОЗОНУ ДЕЗІНФЕКТОРА РІДИНИ ТА ПОВІТРЯ
Є. М. Кісельов, Д. Г. Алексієвський, К. О. Туришев, В. В. Резніченко …… 217
МОБІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ З ТРАВМОЮ ОБЛИЧЧЯ
К. В. Колесник, Д. М. Колісник …… 219
СУЧАСНІ ТЕЛЕМЕДИЧНІ МЕТОДИ В СЕРДЦЕВО-СУДИННІЙ ДІАГНОСТИЦІ
К. В. Колесник, Р. С. Томашевський, С. Н. Коваль, М. Ю. Пенькова …… 222
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА КИРЛИАН ДЛЯ ОЦЕНКИ ОТКЛИКА БИООБЪЕКТОВ ПОСЛЕ ИХ ОБРАБОТКИ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОЛЯРИЗОВАННЫМ ЭМП КВЧ ДИАПАЗОНА
Н. Г. Косулина, К. С. Коршунов …… 224
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-РАДІОМЕТРІЇ В МЕДИЦИНІ ТА БІОЛОГІЇ
С. М. Куліш, Ю. А. Волошин, М. В Жук …… 226
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ ПРИЛАДУ ДЛЯ БІОДРУКУ ШКІРИ
В. Р. Кулявець, О. Я. Беспалова …… 229
РЕГУЛЮВАННЯ БАЛАНСУ ТА КАЛІБРУВАННЯ КРІОЕЛЕКТРОННИХ ЗОНДІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНОГО РЕЄСТРАТОРА МКГ
Є. В. Мельник …… 230
ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СТЕНДУ АНОДНОГО ОКИСЛЕННЯ ДЛЯ СЕНСОРНИХ ЗАСТОСУВАНЬ
М. І. Мудренко …… 231
ОЦІНКА ЯКОСТІ КОМПОНОВКИ ТА ТРАСУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ
В. М. Олійник, А. Є. Піль …… 233
МОДЕЛЬ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ
С. В. Попов, О. В. Лебедєв …… 237
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПІВ СТАРІННЯ ЛЮДИНИ
А. Порван, О. Довнар, М. Буняєва …… 238
ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ МЕДИЧНИХ СКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
І. В. Прокопович, К. О. Дядюра …… 240
РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ ПРИЛАДУ «ПЛАЗМОНТЕСТ»
Т. М. Риженко, В. М. Будник, П. Б. Шпильовий, Т. С. Лебєдєва, М. М. Будник …… 241
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ БІОМЕДИЧНИХ ІНЖЕНЕРІВ
Н. В. Тітова, Л. А. Кокідько …… 243
ХОЛТЕРІВСЬКА ТЕЛЕКАРДІО СИСТЕМА «ТКС 12-LEAD/EASY ECG»
М. В. Скуріхін, А. П. Порван, В. І. Черкіс …… 245
ПОБУДОВА АПАРАТІВ «ШТУЧНЕ СЕРЦЕ» З ДОВГОТРИВАЛИМ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯМ
Д. В. Теличко, В. П. Олійник …… 247
ПРИСТРІЙ ДЛЯ 3D ВІЗУАЛІЗАЦІЇ КУКСИ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ ЛЮДИНИ
В. С. Чекригіна, О. М. Дацок …… 248
МОНІТОРИНГ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ІМПЛАНТАТА ТА ОТОЧУЮЧИХ БІОТКАНИН
О. В. Чміль, В. П. Олійник …… 249
РАДІОКАНАЛ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПРО СТАН ІМПЛАНТАТУ
В. О. Шатохін, В. П. Олійник …… 251
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБМІНУ КОРПОРАТИВНИМИ ДАНИМИ В МЕДИЧНОМУ ЗАКЛАДІ
О. А. Шпинковський, М. І. Шпинковська, І. Р. Козак …… 253

ЕЛЕКТРОННА БІБЛІОТЕКА МЕДІА-ФАЙЛІВ ПІДСИСТЕМИ ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ TISP – СЕРВІС VHEALTH
О. С. Щуров, К. С. Малахов, В. Ю. Величко …… 254

АЛФАВИТНИЙ ПОКАЖЧИК ……..…… 256

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

UDC 616-037; 57.087.1; 519.254

SYMPATHETIC ACTIVATION AFTER DIFFERENT KIND OF EXERCISES ON HRV USING A FUZZY LOGIC APPROACH

G. Raimondi [1], L. Barsi [1], A. Andreadi [1], N. Marchitto [3], S. Taurisano [3], A. Martynenko [2], L. Maliarova [2]
[1]University of Roma "Sapienza", Italy, [2]V.N.Karazin Kharkiv National University, Ukraine,
[3]ASL Latina, Italy
E-mail: gianfrancoraimondi@uniroma1.it

The aim of this study is to evaluate the neurovegetative cardiovascular regulation in healthy subjects undergoing dynamic and isometric training regimes. We employed Heart Rate Variability (HRV) analysis by various mathematical methods that are classified as Time Domain (TD), Frequency Domain (FD) and Nonlinear (NM). We incorporated currently existing HRV indicators into a unified Fuzzy Logic (FL) methodology, which in turn will allow to integrally assessing HRV results as a whole to verify the response of the ANS before and after training.

Exercise can be defined as any structured and planned activity leading to an increase of energy expenditure, breathing and pulse rate. In the context of a correct lifestyle, a regular physical activity reduces the probability of cardiovascular events, diabetes and other possible related diseases. The aim of this study is to evaluate the neurovegetative cardiovascular regulation and the fluids distribution in healthy subjects undergoing dynamic and isometric training regimes. We have employed Heart Rate Variability (HRV) analysis by various mathematical methods that are classified as Time Domain (TD), Frequency Domain (FD) and Nonlinear (NM). We incorporated currently existing HRV indicators into a unified Fuzzy Logic (FL) methodology [1], which in turn will allow to integrally assess each metric and HRV results as a whole. Therefore, the goal of this study is to verify the response of the ANS before and after the execution of training.

24 young subjects aged between 20 and 30 (11 males and 13 females) have been enrolled. Exclusion criteria are: tobacco use; BMI >25 kg/m2; cardiovascular diseases; blood pressure ≥140/90mmHg; chronic pathologies; sport competition. Each of the examined subjects underwent four different analyses:

– before the beginning of the isotonic training, which has been carried out by 30-minute run each day for a period of 20 days, and after the end of the training, both in upright and supine position.

– before the beginning of the isometric training, which has been carried out by lifting a 2-kg weight for 30 minutes per day for a period of 20 days, and after the end of the training, both in upright and supine position.

A 5-minute resting ECG was recorded through Cardiolab™ by which we have performed the linear analysis of HRV both in the time domain (classical statistical analysis) and in the frequency domain (spectral analysis), and later for 5 minutes during the Tilt-Test. Later, the tachogram was evaluated by Kubios for the nonlinear analyses (Poincarè Plot and DFA) and by own methods for Entropy [2] and Correlation Dimension D2 [3]. Also the body composition was evaluated through the body impedance analysis (AKERN) in the enrolled subjects, in supine position in relaxed state for 4-5 minutes.

We used the advantages of Fuzzy Logic (FL) to incorporate various not always accurately defined data, received from observing a system, into a unified mathematical model of a fuzzy logical argument about state of the system. In our case, we define the extent of belonging to normal state both for each distinct HRV metric – TD, FD and NM, and for a patient's HRV in general. Membership functions of any HRV index are presented on [1]. We compare the notion of 'Norm' with a mean value of HRV, established on standard records of RR-intervals. Notions of 'Abnormal Low' or 'Abnormal High' are compared with values of indices, which are away from a mean M value by a parameter of 3σ. Statistically, it corresponds to 99.8% of confidence level of validity of statement about abnormal value of a parameter. According to presented defuzzification rules, we calculate FL scores of all HRV indicators. Mean values of FL scores for each metric and for all HRV indicators will define the extent of validity of argument about normalcy of state of each metric and of the whole HRV.

The results of our research we can show in a combined view (Fig.1) as the ddistances from abnormal HRV state (Fuzzy Logic scores) for Clino and Orto positions in Base state (ClinoB and OrtoB) and after Dynamic (ClinoD and OrtoD) and Isometric (ClinoI and OrtoI) exercising. This is the advancing of proposed FL method that combines in one view all different HRV indicators from different domains: TD, FD and NM. Naturally, we can deeply research FL results for each domain separately.

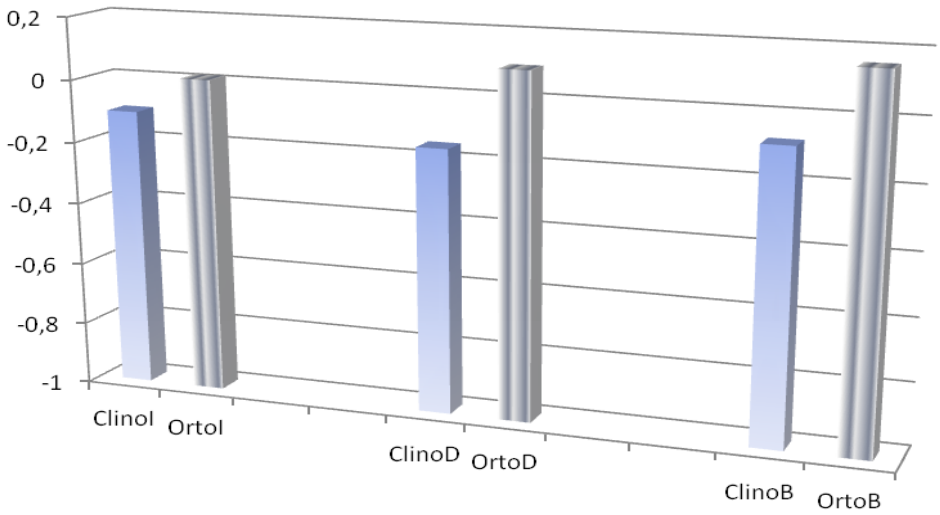


Fig.1. Distances from abnormal HRV state (Fuzzy Logic scores) for Clino and Orto positions: in Base state (ClinoB and OrtoB); after Dynamic (ClinoD and OrtoD); Isometric (ClinoI and OrtoI) exercising

In conclusion, we can assert that:

– the training through exercises of dynamic type could reduce the cardiovascular risk, thus confirming the importance of a correct lifestyle. This is confirmed by training effect that showing as the biggest Clino to Orto excursion on the Fig.1 – the sympathetic activity in Tilt test are increasing over the Base;

– the isometric exercise generally produces an increase of the indexes of the sympathetic activity and then an increase of the cardiovascular risk with reduced cardioprotection. This is confirmed by showing as the smallest Clino to Orto excursion on the Fig.1 1 – the sympasetic activity is dumping in Tilt test;

– the Base state (before training) showing the biggest distance from abnormality (Fig.1) because the Norm HRV values were defined for calm body state – before any training or distubancies.

References:

1. Martynenko A., Raimondi G., Barsi L., Budreiko N., Maliarova L. (2021) Fuzzy Logic Approach for Heart Rate Variability. *Journal of V. N. Karazin` KhNU*, Series “Medicine”, iss.42, 2021, 5-13.

2. Martynenko A., Raimondi G., Budreiko N. (2019) Robust entropy estimator for heart rate variability. *Клінічна інформатика і Телемедицина*, 14, iss.15,2019, 67-73.

3. Martynenko A. (2020) Robust correlation dimension estimator for heart rate variability. *Клінічна інформатика і Телемедицина*, 15, iss.16,2020, 1-7.

УДК 577.169; 616.1 – 616.7

SIMULATION OF HIGH-FREQUENCY HEATING PROCESSES DURING WELDING OF LIVING TISSUES

V. V. Shlykov, V. A. Danilova, A. G. Dubko
National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
E.O. Paton Electric Welding Institute
E-mail: v.shlykov@kpi.ua, valnaa@ukr.net, ndreyies17@gmail.com

The simulation of RF heating of isolated liver tissues in Comsol software was performed. The result is a model dependence that can determine the optimal welding parameters. The obtained model dependences determine the optimal parameters for the RF welding temperature for performing surgical operations on resection and welding of liver tissues.

High-frequency electric welding of biological tissues is an effective method of treatment in surgery. With this method, you can perform operations such as welding of liver tissue, retina, resection of tumor tissue. For operations in surgery, it is important to know the optimal parameters of RF welding, such as welding temperature, mechanical load on the tissues, welding time and voltage. For determine these

parameters, simulation of RF heating of isolated liver tissues in Comsol software was performed. The result is a model dependence that can determine the optimal welding parameters.

The dynamics of temperature change of liver tissues, which is obtained on the basis of the model of temperature distribution in the software environment Comsol in the application area of split and monopolar electrodes for RF welding is presented in Figure 1. Three-dimensional model of temperature distribution in liver tissues after 6.0 s. during RF welding at a temperature of 70°C at a depth of 4 mm is shown in Figure 2.

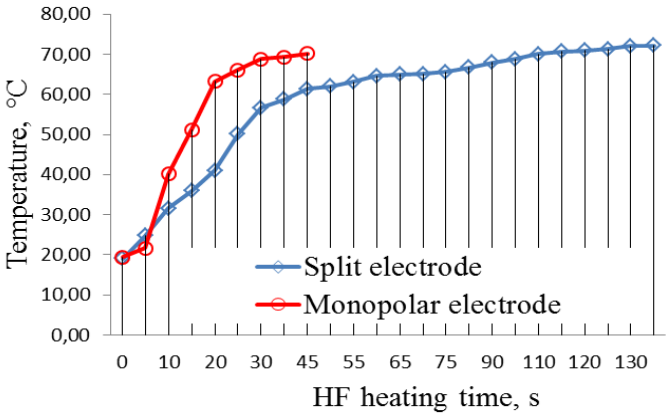


Fig.1. Changes in liver tissue temperature during RF heating:

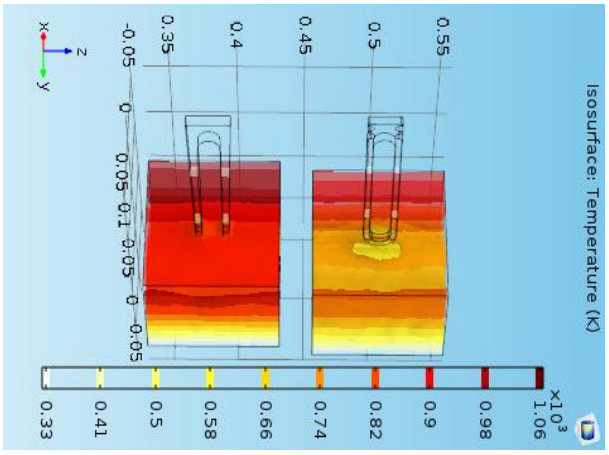


Fig. 2. Three-dimensional model of temperature distribution in Comsol:
1 – Split electrode, 2 – Monopolar electrode.

The obtained model dependences determine the optimal parameters for the RF welding temperature for performing surgical operations on resection and welding of liver tissues. The recovery period after the application of the RF welding method is much faster than with other methods of therapy.

References:

1. Shlykov Vladyslav, Kotovskyi Vitalii, Dubko Andrey, Visniakov, Nikolaj, Šešok Andžela Temperature monitoring for high frequency welding of soft biological tissues: A prospective study. *Technology and Health Care*. 2019. Vol. Pre-press, April 2019. P. 1-7.

УДК 004.65; 004.91

ЦІЛІСНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ

М. В. Євланов
Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail: maksym.ievlanov@nure.ua

In addressing the integrity of documents in modern information systems, the focus is on protecting them from unauthorized user changes. At the same time, the solution to the problem of ensuring the preservation of the composition, content, and interaction of documents has almost not been considered. To address this issue, an approach has been proposed to unify solutions to the task related to the integrity of paper-based documents circulating within an medicine information system, as well as electronic documents and stored information system data.

В теперішній час множина документів і даних інформаційних систем (ІС) різного призначення (в тому числі – медичних ІС) об'єднуються під загальним терміном «інформаційні ресурси» (ІР). Але даний термін залишається багатозначним. Так, в ІС ресурс – це засоби, що використовуються в ІС, які залучаються до обробки інформації [1]. ІР в ІС можуть бути представлені двома основними способами: у вигляді даних та у вигляді документів. Тому підходи до вирішення проблеми забезпечення цілісності ІР ІС в теперішній час кардинально розрізняються. Під цілісністю ресурсів ІС

розуміється стан, при якому їх зміна здійснюється умисно суб'єктами, які мають на це право. При цьому зберігаються склад, зміст та організація взаємодії ресурсів ІС [1].

Сучасні дослідження, які присвячено вирішенню проблеми забезпечення цілісності документів як ІР ІС, можна розділити на два основних напрямки. Перший з них присвячено дослідженню підходів, моделей, методів та засобів вирішення цієї проблеми, які не прив'язано до особливостей конкретної предметної галузі. Окремо в рамках цього напрямку розглядаються питання розробки та вдосконалення методів перевірки електронних та друкованих документів. Другий напрямок присвячено дослідженню часткових випадків вирішення проблеми забезпечення цілісності документів як ІР конкретних ІС або ж ІС для конкретної предметної галузі. Але в більшості публікацій запропоновані рішення розглядають використання вже відомих методів та засобів забезпечення цілісності документів різного призначення [2].

Найбільшу увагу в сучасних дослідженнях приділяють питанням забезпечення цілісності документів в різних e-health ІС. При цьому основна увага зараз приділяється проблемам, які пов'язані із заповненням, зберіганням і обробкою електронних медичних карт користувачів. Але і в цьому випадку основну увагу під час вирішення проблеми забезпечення цілісності ІР приділяється питанням аутентифікації джерел документів і забезпеченню захисту документів від зламу [2].

Проведений в [2] аналіз публікацій дозволяє стверджувати, що сучасні варіанти рішень проблеми забезпечення цілісності ІР мають такі особливості:

а) вони спрямовані, головним чином, на вирішення задач аутентифікації джерел документів і захисту документів від несанкціонованого зламу;

б) вони засновані на припущеннях про стабільність масиву документів в ІС, що експлуатуються, та про незмінність складу та змісту документів під час експлуатації ІС протягом тривалого часу;

в) питання правильності змісту документів в ІС вирішуються виключно на рівні БД, в яких організовано зберігання фактографічних даних з документів різного роду.

Питання забезпечення цілісності ІР ІС, які автоматизують процеси підприємства, що змінюються у часі, слід визнати вирішеними лише частково. Моделі і методи, які дозволяють забезпечити правильність складу та змісту документів як джерел вхідної, проміжної та вихідної інформації ІС, в теперішній час досліджено досить незначно.

Особливо важливим вирішення даної проблеми стає для медичних систем України. У відповідності з [3], технологічно-управлінська мета запровадження електронної системи у медичному закладі – сформувати єдиний інформаційний простір для обміну інформацією на етапах надання медичної допомоги та об’єднати відокремлені рівні надання медичної допомоги в єдину інформаційну інфраструктуру eHealth. Але як основні концепції побудови архітектури медичних ІС в [3] вказано концепцію модульної архітектури ІС та концепцію автоматизованих робочих місць. Слід визнати, що ці концепції не в повному обсязі відповідають сучасним особливостям впровадження, експлуатації та розвитку медичних ІС в Україні. Необхідно також врахувати, що сам факт впровадження та розвитку в Україні системи eHealth є одним з важливих факторів, які вимагають реінжинірингу медичних бізнес-процесів, самої системи eHealth та окремих медичних ІС.

Як основну концепцію побудови архітектури медичних ІС в Україні пропонується використовувати сервісний підхід [4] та концепцію сервіс-орієнтованої архітектури. Ці підхід та концепція дозволяють розглядати будь-який документ як елемент, який може відноситися до однієї з наступних підмножин [2]:

а) підмножина вхідних документів сервісу медичної ІС;

б) підмножина вихідних документів сервісу медичної ІС;

в) підмножина документів, які не реалізовано сервісами медичної ІС, що експлуатуються.

Таке уявлення дозволяє формально описати будь-який документ як частковий випадок функціонального сервісу медичної ІС.

Наведене у [1] визначення терміну «цілісність ресурсів ІС» дозволяє стосовно сервіс-орієнтованих медичних ІС розділити задачу забезпечення цілісності ІР на дві окремі підзадачі:

а) підзадача забезпечення зміни ІР суб'єктами ІС, які мають на це право;

б) підзадача забезпечення зберігання складу, змісту та організації взаємодії ресурсів ІС між собою та з іншими ресурсами ІС.

Вирішення цих підзадач забезпечення цілісності для різноманітних ІР можливо тільки у випадку уніфікації декларативних описів цих ресурсів. Для цього необхідно розробити модель

уніфікованого реєстру IP медичної ІС шляхом модифікації моделі реєстру сервісів ІС, яка зафіксована в стандарті UDDI v. 3.0.2. Мета цієї модифікації полягає в пристосуванні моделі реєстру сервісів для опису метаданих про документи на папері, які не реалізовано в ІС, але використовуються в системах управління медичними закладами та процесами.

Перелік посилань:

1. Р 50.1.056-2005. Техническая защита информации. Основные термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2006. [Введен 01.06.2006 г.] – 20 с.

2. Ospanova G. Building A Model Of The Integrity Of Information Resources Within An Enterprise Management System / G. Ospanova, E. Kukharenko, M. Ievlanov, I. Panforova. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2021. Vol. 3, No. 2 (111). pp. 15–23. - https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234729.

3. Як медичному закладу підійти до вибору медичної інформаційної системи (МІС) ? // Сайт МОЗ України. – Режим доступу: https://moz.gov.ua/uploads/3/18559-ak_obrati_mis.pdf (дата перегляду 09.10.2021 р.).

4. Левыкин В. М. Паттерны проектирования требований к информационным системам: моделирование и применение / В. М. Левыкин, М. В. Евланов, М. А. Керносов. – Харьков: ООО «Компания «СМИТ», 2014. – 320 с.

УДК 616.895.4:[616.831-073.7:519.722]+159.9.072-053.66

ФАКТОРНА МОДЕЛЬ НЕЛІНІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЕГ У ХЛОПЧИКІВ ПІДЛІТКІВ З ДЕПРЕСІЄЮ

О. Ю. Майоров[1, 2], Е. А. Міхайлова[2], А. Б. Прогнімак[1], Т.Д. Нессонова[1]
[1]Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України
[2]ГУ «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків НАМН України», Харків, Україна
E-mail: o.y.mayorov@gmail.com

The factor models were provided using the data from unhealthy and control groups in the state of calm wakefulness. Further, the models of the Kolmogorov-Sinai entropy EEG signals of the areas of cerebral hemispheres were developed. Comparison of factor models made it possible to identify differences between depressed and healthy adolescents. Based on the obtained factor models, it is possible to calculate the individual values of the factors for each patient. This allows to determine the individual severity of the studied pathology and to detect depressive disorder during EEG examination.

Вступ. Сьогодні за даними ВООЗ спостерігається збільшення випадків депресії у підлітків [1]. Для пошуку об'єктивних кількісних показників афективних розладів використовуються різні методи оцінки стану головного мозку [2-4]. У літературі можна зустріти поодинокі роботи з дослідження нелінійної динаміки ЕЕГ у дітей і підлітків. Ці методи дозволяють виявити тонкі функціональні порушення нейродинаміки церебральних систем, що забезпечують інтегративну діяльність здорового і хворого мозку [2, 3, 5-7].

Таблиця 1. – Факторні моделі показників еКС сигналів ЕЕГ хлопчиків-підлітків з депресією і контрольної групи в стані спокійного неспання

Відведення	Фактори (хлопчики-підлітки з депресією)		Фактори (хлопчики-підлітки, контрольна група)	
	F_1	F_2	F_1	F_2
	Навантаження для факторів (r) - коефіцієнти кореляції змінних (еКС) з виділеними факторами			
1	2	3	4	5
Fp1	0,87 (1)*	-0,13	0,46 (8)	0,21
Fp2	0,86 (2)	0,15	-0,02	0,82 (2)
F3	0,33	0,70 (3)	0,79 (3)	0,22
F4	0,32	0,52 (5)	0,67 (5)	0,18
F7	0,16	0,55 (4)	0,04	0,07

Продовження табл.1

1	2		3	4		5
F8	0,82 (3)		0,30	0,10		0,04
T3	0,80 (5)		0,20	0,04		0,46 (3)
T4	0,81 (4)		0,42 (8)	0,24		0,46 (3)
T5	0,40 (10)		0,70(3)	0,64 (6)		0,41 (6)
T6	0,66 (6)		0,23	0,85 (1)		0,01
C3	0,46 (9)		0,39	0,12		0,88 (1)
C4	0,58 (8)		0,46 (7)	0,44 (9)		0,56 (2)
P3	0,31		0,77 (2)	0,53 (7)		0,44 (5)
P4	0,59 (7)		0,48 (6)	0,57 (6)		0,45 (4)
O1	0,14		0,77 (2)	0,80 (2)		-0,08
O2	-0,05		0,78 (1)	0,71 (4)		0,08
Частина загальної дисперсії	∑=0,60	0,33	0,27	∑=0,46	0,28	0,18

Примітка:*Цифрами в дужках вказано порядок, в якому змінні вносять вклад в виділений фактор; цифри в дужках стоять біля змінних, які відповідають правилу відбору (обрани змінні, що мають коефіцієнти кореляції з головними Факторами по абсолютній величині ≥ 0,4-0,7) [8].

Контингент обстежених. Методи дослідження. Обстежено хлопчиків-підлітків: 17 - з депресією і 22 - контрольна група. Середній вік склав (14,0 ± 1,3) років. Нелінійний аналіз ЕЕГ проводився з використанням програмного комплексу кЕЕГ - NeuroResearcher®*Innovation Suite* (Інститут Мі&Т, Україна), факторний аналіз - програма STATISTICA 13.3.

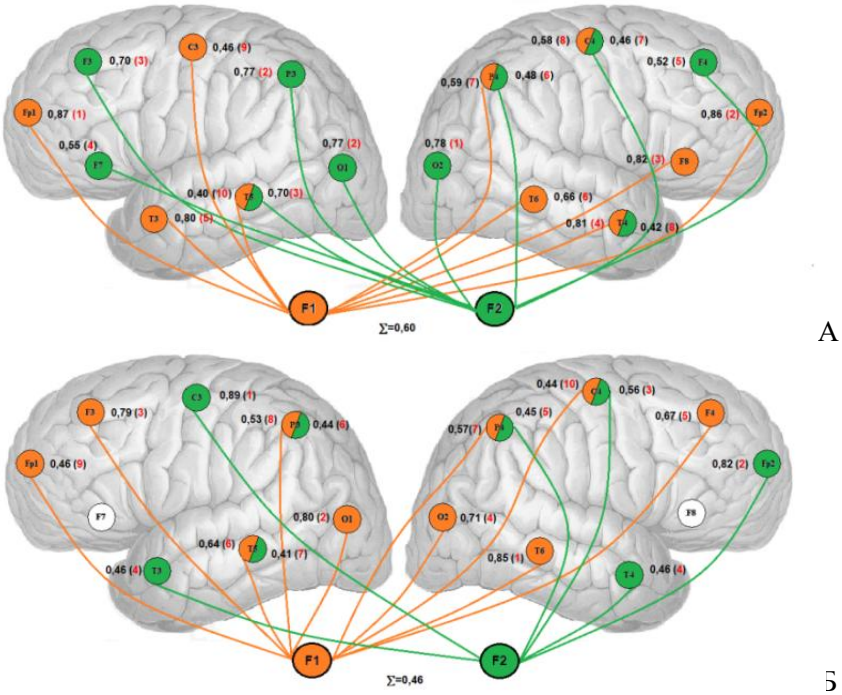


Рис.1. Факторна модель показників еКС сигналів ЕЕГ у хлопчиків-підлітків з депресією (А) і підлітків контрольної групи (Б), в стані спокійного неспання.

Результати. Обчислювалася ентропія Колмогорова-Сіная (еКС) сигналів ЕЕГ - інформативний нелінійний показник стану нейродинамики в досліджуваних відведеннях ЕЕГ. Факторний аналіз виділив ***головні фактори***, які представляють стислий опис структури залежності, що відображає нейродинамічні властивості церебральних утворень в стані спокійного неспання у хлопчиків-підлітків з депресією. Були виділені два головних фактори (F1 і F2) в стані спокійного неспання (табл.1). Перший фактор (F1) відображає нейродинаміку системи, що забезпечує емоційний

стан і інтелект. Другий фактор (F2) відображає активність областей півкуль, що забезпечують в стані спокою оцінку навколишнього середовища. На це вказують області півкуль, значення еКС яких мають коефіцієнти кореляції з головними факторами по абсолютній величині ≥ 0,4-0,7).

Висновки. Отримано факторні моделі нейродинамики хлопчиків-підлітків в депресивному стані і контрольної групи. Дана фізіологічна інтерпретація виділених головних чинників. Порівняння факторних моделей (рис.1) дозволило виявити відмінності нейродинамики депресивних і здорових підлітків. Для кожного пацієнта можливе обчислення індивідуальних значень факторів. Це дає можливість оцінити рівень досліджуваної патології у окремого індивіда. Відмінності факторних моделей хлопчиків-підлітків з депресією дозволяють виявити депресивний розлад при ЕЕГ обстеженні.

Перелік посилань:

1. Depression and Other Common Mental Disorders. Global Health Estimates. *WHO*. 2017, 24 p.

2. Newson J. J. and Thiagarajan T. C. EEG Frequency Bands in Psychiatric Disorders: A Review of Resting State Studies *Front. Hum. Neurosci*., 2019, vol. 12, article 521. doi.org/10.3389/fnhum.2018.00521

3. Майоров О. Ю., Михайлова Е. А., Михальчук О. Я. и др. Критерии («маркеры») депрессии у подростков на основе оценки состояния нейродинамики методами нелинейного анализа ЭЭГ и корреляции со шкалой CDRS-R. *Ж. Клін. Інформ. і Телемед.*, 2019, т. 14, вип. 15, С. 35–45. doi: 10.31071/kit2019.15.02.

4. Leuchter A. F., Cook I. A., Hunter A. M., Cai C., Horvath S. Resting-State Quantitative Electroencephalography Reveals Increased Neurophysiologic Connectivity in Depression. *PLoS ONE*, 2012, Vol. 7, Iss. 2, e32508. doi:10.1371/journal.pone.0032508.

5. Майоров О. Ю., Михайлова Э. А. Нейрофизиологические особенности депрессии у детей 7-11 лет. В кн. *Депрессия у детей и подростков* (монография). Стиль-Издат, 2016, С. 217-238.

6. Меклер А. А., Болотова Е. В. Особенности вычисления величины корреляционной размерности восстановленного аттрактора ЭЭГ детей 4-6 лет. *Сб. научн. трудов IV Всерос.симп. с междун. участием. п.*/ ред. А.Н. Флейшмана, Новокузнецк, 2005. С. 152-153.

7. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. Повышение надежности исследований биоэлектрической активности (ЭЭГ, ЭКГ и вариабельности сердечного ритма) методами нелинейного анализа. *Ж. Клин. информ. телемед.* 2009, Т. 5, Вып. 6., С. 10–17.

УДК: 355.01:32.019.51+159.9:616.89-008-085

ЧИННИКИ КЛІНІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАТОЛОГІЧНИХ СТАНІВ, ВИКЛИКАНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЮ ВІЙНОЮ

О. А. Панченко

Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України»

E-mail: oap@ukr.net

Information-psychological war is a special kind of informational influence on a person's mental state and activity, which in case of breaking the personal barrier of mental adaptation requires a post-factum response in the form of medical and psychological assistance to a person with an emphasis on solving his or her psychological issues. Clinical rehabilitation of persons in the conditions of information-psychological war is carried out by interaction of doctors-specialists and psychologists, for the purpose of improvement of quality of life.

Вступ. У епоху глобального технічного прогресу інформація стала займати особове місце в житті людей. Вона увійшла майже у всі сфери життя, стала головним стратегічним ресурсом і справжньою зброєю проти людства, особливо в умовах сучасних викликів таких як-от: збройний конфлікт, вірусна пандемія, соціально-економічна нестабільність**.** Подібні події стають чинниками збільшення інформаційної війни, що несе збитки для держави, суспільства, особистості. Сьогодні соціально-політичні відносини формуються в складних умовах під впливом ідеології інформаційного суспільства, процесів геополітичної конкуренції, глобалізації, політичного й інформаційного протиборства. Ці процеси в сучасних умовах можуть приймати особливо небезпечні та агресивні форми, що отримали назву інформаційно-психологічних війн [1, 2].

Основна частина. Життя особистості в умовах інформаційно-психологічної війни змушує людину перебувати в стані постійного емоційного напруження, викликаючи паніку, агресію, страх, тривогу, почуття відчаю та приреченості. Навантаження, що покладається на людську психіку, часто перевищує її резервні можливості. Подібні умови формують стресовий стан, а довготривале перебування характеризується розвитком хронічного стресу. Наслідками є погіршення психологічного комфорту та психічного здоров'я людини (інформаційно-психологічна турбулентність, тривога, страх, посттравматичний стресовий розлад, емоційно-тривожний, депресивний розлад). З'являються нові групи осіб, які піддаються впливу стресогенних чинників. Вони можуть входити до «групи ризику» щодо виникнення розладів психіки та поведінки, пов'язаних зі стресовими факторами. Зокрема, інформаційно-психологічна війна стає фактором зниження психологічного благополуччя населення сходу України та сприяє розвитку психічної патології. Низька обізнаність населення про власний психологічний стан перешкоджає ранньому виявленню психологічних проблем людини та попередженню психічних розладів.

Слід підкреслити необхідність і важливість психологічних досліджень для виявлення клініко-психопатологічних особливостей розладів психіки та поведінки в населення *в умовах інформаційно-психологічної війни* й розробки ефективних методів лікування, психокорекції, клінічної та психологічної реабілітації постраждалих.

На основі досвіду Державного закладу «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України» щодо надання медико-психологічної реабілітації населенню, а також порівнюючи й аналізуючи дослідження інших науковців головними напрямками зменшення рівня психологічних проблем серед населення та підвищення їх психологічної компетенції в умовах інформаційної війни, особливо в регіоні де відбуваються збройні події, є:

– збільшення психоедукації та локацій надання психологічної допомоги задля підвищення рівня культури населення та раннього виявлення психічних розладів;

– застосування різнорівневої діагностики (первинна і поглиблена), що допомагає поетапно спланувати роботу з клієнтом, знизити стигматизацію до психологічної та психіатричної допомоги;

– індивідуалізація до кожного випадку (ураховувати індивідуально-психологічні особливості, знаходити істинні причини психологічних проблем та їх наслідки) надає можливість формуванню довірчих відносин до психолога й у майбутньому стане запорукою підвищення результативності корекційних заходів;

– дотримання «бригадного» принципу у наданні необхідної допомоги (коли психологічні проблеми мають прояви психічної патології, то важливо підключити вузькопрофільних клінічних фахівців) сприяє колаборації фахівців різних галузей;

– популяризація здорового способу життя та психологічних знань щодо методів та засобів подолання стресу, відновлення психологічних ресурсів через зміцнення життєстійкості та резильєнтності, сприятиме підвищенню віри у власні сили, бажанню діяти та жити повноцінним життям;

– цензура новин і фільтрація висвітлення даних та подій в країні задля попередження поширеності тривожних настроїв серед населення.

Клінічна реабілітація осіб в умовах інформаційно-психологічної війни здійснюється шляхом проведення комплексу лікувальних, оздоровчо-профілактичних заходів з максимальним використанням природних лікувальних ресурсів, традиційних та нетрадиційних методів відновлюваного лікування лікарями та іншими фахівцями відповідної спеціальності за напрямком антикризової терапії. На підставі всебічного обстеження хворого спеціалістами мультидисциплінарної реабілітаційної бригади, які працюють як єдине ціле з чіткою узгодженістю дій, що забезпечує цілеспрямований підхід до реалізації завдань реабілітації, формується реабілітаційний діагноз пацієнта, що служить відправним моментом при плануванні програми відновного лікування. Реабілітаційний діагноз показує всі актуальні аспекти функціонування пацієнта, дозволяє сформулювати мету, завдання і виробити стратегію реабілітації.

В системі клінічної реабілітації психолог є одним із суб'єктів спільної діяльності з фахівцями іншого профілю. Це найбільш повно підкреслює мультидисциплінарність і комплексність у вигляді взаємодії й взаємодоповнення клінічного, інструментального і лабораторного підходів в реабілітації. Основними завданнями психолога в реабілітаційному процесі є: психодіагностика, психотерапія та психокорекція, психопрофілактика та психогігієна. Слід підкреслити, що психологічна допомога

виступає як невід'ємна частина реабілітаційного впливу на особистість хворого. Використання методів психологічного впливу для лікування хворого, поліпшення психологічного благополуччя пацієнтів, створення умов для підвищення якості його життя є одним з найважливіших напрямків в реабілітаційній роботі.

Висновок. Організація клінічної реабілітації передбачає взаємодію лікарів-спеціалістів та психологів, що дозволяє комплексно оцінити стан хворого на початку реабілітації, сформувати план проведення, оцінити ефективність реабілітаційних заходів в динаміці й після завершення курсу щодо досягнення мети індивідуальної програми реабілітації (поліпшення психологічного стану хворого або особи з інвалідністю, поліпшення клініко-функціонального стану хворого, відновлення порушених функцій у хворого) та подальших рекомендацій на наступних етапах реабілітації хворого. Розвиток системи ефективної реабілітації із врахуванням сьогоденних викликів, без сумніву, можна віднести до найбільш важливих задач не тільки у сфері охорони здоров'я, але й державної політики взагалі.

Перелік посилань:

1. Маркова М.В, Козира П.В. Постстресові дезадаптивні стани на тлі соціальних змін: аналіз проблеми. *Медична психологія*. 2015. № 1 (37). С. 8–13.
2. Марута Н.О., Маркова М.В. Інформаційно-психологічна війна як новий виклик сучасності: стан проблеми та напрямки її подолання. *Український вісник психоневрології.* 2015. Т. 23, Вип. 3 (84). С. 21–28.

УДК 616-345-006-072.1

РОЛЬ МПР, 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ И ВИРТУАЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ В ВЫЯВЛЕНИИ ПАТОЛОГИИ ТОЛСТОЙ КИШКИ

В. Н. Соколов, Л. В. Анищенко
Одесский национальный медицинский университет МЗ Украины
Кафедра лучевой диагностики, терапии, радиационной медицины и онкологии
E-mail: danilsokolov@ukr.net

In Ukraine, in the last 6 years, colon cancer has risen from sixth to third place in women after breast and ovarian cancer and to third place in men, only surpassed by lung and prostate cancer. The proposed technique for the use of CT-colonoscopy including virtual CT endoscopy for colon cancer may be recommended as an alternative to irrigoscopy and standard colonoscopy, and may further become the "gold standard" for the systematic detection of tumors.

Введение. В Украине за последние 6 лет рак толстой кишки переместился с 6-го на 3-е место у женщин после рака молочной железы и яичников и на 3-е место у мужчин, уступая лишь раку легкого и предстательной железы. В США ежегодно заболевают раком толстой кишки 150000 человек. Из них в течение года 56 000 человек умирает. Заболевают довольно часто как мужчины, так и женщины. Очень часто рак толстой кишки возникает из полипов. Нередко в кишечнике встречаются лимфомы (в 3% случаев). 5-и летняя выживаемость при раке составляет 83%, если опухоль ограничена лишь стенкой, 70% – если опухоль переходит на периколический жир, 30% – если имеются регионарные метастазы, и 10% – если имеются отдаленные метастазы в печень или легкие.

Задачи исследования при проведении КТ-колоноскопии:

- установление КТ-критериев инфильтрирующего и экзофитного рака толстой кишки;
- определение достоверности выявления полипов с помощью МПР, 3Д-реконструкции и виртуальной эндоскопии;
- определение эффективности химио-лучевого и хирургического лечения;
- определение рентгенологических критериев рецидивирования опухолей.

Материал и методы исследования. КТ-колоноскопия была проведена 207 больным, из них 147 – с подозрением на рак, 64 – с полипами. Экзофитная форма рака была определена у 64 пациентов, эндофитная – у 60 и смешанная форма – у 23. У ряда больных были выявлены лимфомы как в тонкой, так и толстой кишке. Размеры полипов: до 5-6 мм – 18 человек, от 6 до 9 мм – 30 человек, свыше 10 мм – 16 человек.

КТ-исследование ободочной кишки проводилось в случаях подозрения на опухоль и затруднения выполнения стандартных методов исследования толстой кишки, обусловленных: резкой болезненностью, выраженной долихосигмой, недержанием клизмы, невозможностью обследования правых отделов толстой кишки, по**сле**лучевыми изменениями, при подозрении на ранние послеоперационные осложнения. В случаях массивного экстраорганного роста – для оценки распространенности процесса и выявления экстраорганных рецидивов опухоли.

Результаты исследования. Злокачественные опухоли подразделялись на эндофитные или инфильтративные, экзофитные и смешанные. При инфильтративных опухолях определялось утолщение стенки толстой кишки свыше 12-13 мм, при норме 2-3 мм. Инфильтративная опухоль циркулярно суживает просвет кишки. При экзофитных опухолях, опухоль имеет бугристую поверхность и как бы состоит из нескольких узлов. Применение контрастирования способствует выявлению прорастания опухолью стенки кишки, жировой ткани или брыжейки. При раковом поражении кишки, как правило, наблюдается увеличение брыжеечных лимфоузлов, которые нередко оказывают давление на наружную стенку кишки, жировые полипы, особенно полипы на ножке, могут затруднять инфильтрацию их изображения.

Чувствительность КТ при диагностике полипов размером 6 мм составляет 90-93% при проведении виртуальной колоноскопии. При размерах опухоли более 1 см чувствительность обоих методов составляет 100%.

Полипы следует дифференцировать с мелкими каловыми массами. Полипы сохраняют структуру независимо от положения пациента (каловые кусочки смещаются при изменении положения пациента). Кроме того, над каловыми массами определяются пузырьки воздуха и способствуют накоплению контраста.

Сложными в дифференциально-диагностическом плане являются гиперпластические складки, которые напоминают аденоматозные полипы. При аденоматозных полипах выявляется более выраженное деление контрастности, чем над гиперпластическими складками. При воспалительных поражениях толстой кишки и, в частности при фангините, также отмечается утолщение стенки слепой кишки, однако при этом сохраняется нормальный внутренний рисунок кишки, гаустрация и отсутствует значительное накопление контраста.

При виртуальной колоноскопии рекомендуется использование 2D- и 3D-методик с последующим проведением оптической колоноскопии. Виртуальная колоноскопия позволяет выявлять полипы 5 мм и более, выявлять злокачественные опухоли, определять их стадию или выявлять вторичные поражения при стенозах, при затрудненном прохождении эндоскопа (фиброз малого таза, выраженный послеоперационный спаечный процесс, операции на женских половых органах).

Выводы. КТ-колоноскопия, включая КТ-виртуальную эндоскопию, высокоинформативные методы выявления инвазивного рака толстой кишки, демонстрирующие приближающие к 100% показатели чувствительности и специфичности. Применение КТ может увеличить точность дооперационного выявления опухоли толстой кишки, уточнить стадию заболевания, выявить рецидив опухоли и определить эффективность проведения лучевой терапии.

Предлагаемая нами методика может быть рекомендована в качестве альтернативы стандартной ирригоскопии и колоноскопии, а в дальнейшем может стать «золотым стандартом» скрининговых исследований, для своевременного выявления опухолей толстого кишечника. Виртуальная колоноскопия не требует сложной подготовки пациента к исследованию и не травмирует его.

Перечень ссылок:

1. Берто М., Лос С., Либау Дж. и др. Атлас амбулаторной хирургии. Под ред. В. Е. Г. Томаса, Н. Сенниджера. Перевод с англ. под ред. С. П. Ветшева. 2009. 272 с.

2. Колесник А. Колоректальный рак: современные подходы к диагностике и лечению. *Здоровье Украины.* 2007, № 11-12, С. 25.

3. Мак-Интайр Р. Б., Стигмами Г. В., Айсман Б. Алгоритмы диагностики и лечения в хирургии: руководство. Перевод с англ. под ред. Б. Д. Федорова, В. А. Кубышкина. 2009. 744 с.

4. Ривкин В. Л. Амбулаторная колопроктология: руководство. *(Серия "Библиотека врача-специалиста")*. 2009. 96 с.

5. Colorectal Cancer Screening. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology.National Comprehensive Cancer Network, Inc., 2009. Version 1.2010, 10/23/09.

УДК 004.272.34

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ РІШЕНЬ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ОБСЛУГОГУВАННЯ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ

О. Є. Федорович, Ю. Л. Прончаков, К. О. Западня, О. В. Сломчинський
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна
E-mail: oe.fedorovich@gmail.com

The study of the topology and rational placement of the modules of the medical system on the local earth's surface is being carried out. A simulation model has been built to determine the time characteristics and queues of patient care. The proposed approach makes it possible to form the structure of a mobile health care system at an early stage of the epidemic.

Вступ. Зростаюча щільність населення у всьому світі призвела до швидкого розповсюдження епідемічних хвороб та необхідності реагування на пандемію шляхом створення мобільних систем медичного обслуговування, які повинні оперативно розвертатися на виділеній локальній території [1, 2]. Тому актуальна тема запропонованого докладу, в якому становиться та вирішується задача дослідження архітектурних рішень модульної системи медичного обслуговування (СМО). З-за складності задачі, що розглядається, рішення здійснюється у три етапи:

1) формування архітектури СМО з урахуванням множини функціональних медичних модулів;

2) прив’язка архітектури СМО до локальних ділянок земельної поверхні;

3) моделювання типових процесів медичного обслуговування у побудованій модульній архітектурі СМО.

Основна частина. Досвід протидії та локалізації пандемічних ситуацій дозволив оцінити множину функціональних модулів медичних систем, які необхідні для проведення заходів та дій екстремального характеру в умовах пандемії (проведення щеплень, тестування, кисневе обладнання, реанімація та інше). Це дозволить сформувати представлення функціональних медичних модулів (ММ) у вигляді боксів, з яких формуються локальна або розподілена система медичного обслуговування на випадок екстремальних епідемічних ситуацій.

Можливі різні архітектурні рішення такої модульної системи у вигляді різних топологічних структур (лінійна, матрична, радіальна, кільцева і т.д.). Вибір та прив’язка ММ до топологічних вузлів СМО може здійснюватися різними способами з урахуванням значень різних показників (витрати, час, ризики і т.д.). В роботі за допомогою булевого лінійного програмування проводиться оптимізація розміщення ММ, як за окремими показниками, та і пошук компромісного рішення шляхом згортки локальних показників з мінімізацією комплексного показника [3]. Враховуючи, що для прив’язки до земної поверхні архітектури СМО необхідно враховувати вартість земельних ресурсів, витрати на земельні та будівні роботи, а також на монтаж ММ, пошук раціональних рішень здійснюється у вигляді оптимізаційної задачі, яка на відміну від першої задачі, пов’язана з додатковими витратами та ризиками. Сформована та прив’язана до земної поверхні СМО складається з функціональних ММ, а також комунікаційних зав’язків, яка у подальшому досліджується з використанням імітаційного подійного моделювання. Для цього відокремлюються типові маршрути медичного обслуговування в СМО заявок (пацієнтів). У створеній архітектурі СМО визначено часові затримки на обслуговування у кожному ММ та у зв’язках між ними [4]. Імітаційна модель побудована за допомогою наступних агентів:

- агент «генератор заявок» (пацієнтів) на обслуговування у СМО;
- агент «часові затримки» для обслуговування у окремих ММ;
- агент «маршрут медичного обслуговування» для формування траєкторії руху пацієнтів у СМО;
- агент «черга» для формування можливих черг на медичне обслуговування;
- агент «монітор» для управління ходом моделювання;
- агент «результати» для видачі результатів моделювання (середній час обслуговування, розмір черг, кількість пацієнтів, яких було обслуговувано тощо).

Для моделювання «вузьких» місць у СМО досліджується максимальний розмір черг на обслуговування у окремих ММ.

Висновки. У докладі наведений метод моделювання системи медичного обслуговування в умовах пандемії на основі структурного та динамічного представлення. В першій частині публікації

досліджуються архітектурні властивості СМО та вибирається раціональна структура топологічного рішення з прив'язкою до земної поверхні. У другій частині наукової роботи, досліджується динамічні аспекти, повязані з обслуговуванням пацієнтів у СМО. Визначені можливі «вузькі» місця у СМО шляхом пошуку максимальних черг у обслуговуванні в окремих медичних модулях.

Запропонований підхід дозволить, на початкових етапах проектування модульних систем медичного обслуговування, в умовах виникнення пандемії, визначити архітектуру систему медичного обслуговування, локалізувати її на земній поверхні та оцінити пропускну здатність системи для пікових навантажень під час пандемії.

Перелік посилань:

1. Федорович О. Е., Гайденко О. А., Пуйденко В. А. Планирование грузоперевозок в условиях повышенных рисков // Авиационно-космическая техника и технология. 2017. № 6 (141). С. 98-102.

2. Kosenko V. V., Malyeyeva O. V., Lesenko E. V., Artuch R. V. Managing the risks of information and communication network in the context of planning the security of critical infrastructure systems // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 22 Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2018. № 2 (1278). С. 22-30. DOI: 10.20998/2413-3000.2018/1278.4.

3. Прохоров А. В., Матюшко А. О. Интеллектуальная система поддержки принятия решений по управлению региональными ресурсами // Радиоэлектронные и компьютерные системы. 2015. № 1 (71). С. 110-114.

4. Прохоров А. В., Кузнецова Ю. А. Агентное моделирование мультикластерных технологических комплексов наноэлектронных производств // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2016. № 2. С. 20-28.

УДК 681.323:57.087.1:57.034:53.072.11

ПРОБЛЕМИ ВИЯВЛЕННЯ БІОСИГНАЛІВ У МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Є. Б. Яворська, Г. Б. Цуприк, Р. В. Кінаш, В. І. Николайчук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
46001, Тернопіль, вул. Руська, 56 кафедра біотехнічних систем,
кафедра програмної інженерії тел. (035) 251-97-00
E-mail: yavorska_eb@yahoo.com, galyna.tsupryk@gmail.com

The given work devoted to the problem of detecting biosignals.

Застосування комп'ютерних технологій при проектуванні, розробці та впровадженні комплексних (інтегрованих) Інформаційних Систем Охорони Здоров'я (ІСОЗ) медичних установ, регіональних відділів охорони здоров'я, та всієї системи охорони здоров'я привертає до себе останнім часом все більшу увагу вчених, управлінців, лікарів, інженерів та інших спеціалістів. Постійно розвивається галузь розробки й впровадження інформаційних систем (ІС) медичних закладів в світі. Сучасні медичні інформаційні системи в основному реалізовані у вигляді структурованих багатомодульних професійних систем, електронних медичних карток, які можуть бути складовою частиною професійних МІС, або самостійним програмним продуктом, у вигляді простих медичних калькуляторів або інтерактивних систем, а також соціальних мереж різного типу. У практичній діяльності лікаря особливої уваги заслуговує діагностичний пошук патології. Адже, вчасно і грамотно виставлений діагноз, пришвидшує одужання, сприяє ефективному лікуванню. На сьогоднішній день науковцями ведеться пошук діагностичних систем, які зможуть істотно пришвидшити та спростувати роботу лікаря [1].

У проблематиці освоєння інформаційних ресурсів зростає актуальність встановлення наявності (виявлення) у біосигналі інформативної складової. У традиційних областях застосування біотехнічних систем (БТС) розв'язуються задачі виявлення сигналів відомої структури з відомими (може не всіма) параметрами. Проте, зростання вимог до ефективності технічних характеристик БТС значно ускладнило вирішення цієї проблеми. Загалом це пов'язано із застосуванням спеціальних, оптимальних за відповідними критеріями сигналів, поширенням задач виявлення на природні

системи, яким такі сигнали властиві генетично [1], зокрема, в галузях охорони здоров'я, безпеки і охорони праці та довкілля, наукових дослідженнях тощо [1].

Проблема виявлення сигналу вирішується шляхом математичного моделювання суміші сигналу та шуму, побудови в рамках цієї моделі виразів статистики виявлення та характеристик його вірогідності. При цьому знайшли широке і обґрунтоване застосування математичні моделі (представлення) сигналу та шуму у вигляді лінійних форм в експоненціальних базисах (спектри). Засадничими при цьому вважаються припущення скінченності енергій (чи потужностей) сигналу та шуму, інваріантність до зсуву у часові їх представлень (стаціонарність), еквівалентність (перпендикулярність) розподілів апостеріорних умовних імовірностей (правдоподібностей). Зокрема, такими є нормальні розподіли, врни виражаються через автокореляційні або взаємнокореляційні функції, вирази статистик виявлення та характеристик його вірогідності виражаються через спектри в експоненціальних базисах – власних функціях кореляційних операторів.

Біосигнали мають свої особливості. Зокрема, вони здебільшого мають варіабельний евентуальний, циклічний чи ритмічний характер, тобто є нестаціонарними. Це є причиною зменшення або вірогідності виявлення, розпізнавання норм чи патологій таких біосигналів, або ефективності відповідних засобів за вартісним та іншими експлуатаційними критеріями.

Перелік посилань:

1. Яворська Є. Б., Цуприк Г. Б. Методологія розвитку медичних інформаційних систем // зб. наук. пр. / Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. С. 20-22.

Секція 1

ЕЛЕКТРОННА ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я.
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ E-HEALTH.

UDC 004.056

APPLICATION OF SAFETY AND CYBER SECURITY TECHNOLOGIES IN HEALTHCARE

N. A. Dubrovina[1], V. A. Klymenko[2], O. V. Vysotska[3], L. S. Guryanova[4], V. A. Dubrovina[4]
[1]School of Economics and Management in Bratislava, [2]Kharkiv National Medical University,
[3]National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute",
[4]Kharkiv National Economic University named after S.Kuznets
E-mail: nadija.dubrovina@vsemvs.sk, klymenkoviktoriia@gmail.com, evisotska@ukr.net,
guryanovalidiya@gmail.com, monikavero1979@gmail.com

The given work is devoted to the analysis of problem of safety and cybersecurity in health sector. The main problems of importance of safety and protection against cyberattacks are considered in healthcare. The need criteria for security platform are noted.

As many leading experts from USA and other countries noted that over the past decade, the cyberthreat to the healthcare industry has increased dramatically and cyberattacks in health sector have a negative impact on the security of medical information systems as well as can destroy health and safety of patients [1, 2]. The victims of cyberattacks are large, middle and small healthcare organizations, located worldwide, and involved in E-health or other information systems.

The main purposes of the article are to consider the importance of safety issues and application of cybersecurity technologies in healthcare. The main reasons of these illegal actions are: insurance fraud purposes and collection of payments for health services for patients to obtain financial means for scammers; collection of personal data of medical staff and patients for different scam operations; access to internal information about hospitals or medical center; preparation of fake health note, etc.

American expert of cybersecurity in healthcare Steven Bowcut listed the top cybersecurity challenges facing the healthcare industry.

They are:

1) Patient information is valuable on the darknet;
2) Medical devices often lack adequate security controls;
3) Medical professionals need the ability to access medical data remotely;
4) Insufficient cyber risk training among healthcare workers;
5) Outdated technology used in many healthcare facilities [2].

Unfortunately, only large medical centers create the cyber defense strategy. They have more opportunities in comparison with middle or small healthcare institutions. These large hospitals have security staff, security operations center, use the best technologies against cyber threat.

They use protection of their networks, databases, and endpoints from attack and are responsible for protecting private financial and medical information about their patients and employees. For example, connected devices include patient tracking wristbands, equipment tracking for crash carts, ventilators, portable X-ray machines, and vital-sign monitors are important sources for health care about patients. All of these devices communicate across the hospital network providing doctors with valuable patient information entered into electronic health records. The transmitted data allows doctors to provide more affordable care. Clinicians can work faster and in safer conditions. And each of those devices acts as an entry point for cybercriminals to exploit. This kind of information should be reliably protected against possible cyberattacks or scam operations. Thus, any security platform under consideration for introduction into the medical environment should be thoroughly evaluated against the following criteria: architecture; analytics and reporting; attack response; threat research; device visibility; vulnerability management; integrations; vision; roadmap [1, 2].

The mentioned problem is relatively new for health system in Ukraine, but nowadays it is necessary to take into account new challenges and create reliable tools and platform for E-health system in Ukraine.

Reference:

1. Luna R, Rhine E, Myhra M, Sullivan R, Kruse C. S. Cyber threats to health information systems: A systematic review. Technol Health Care. 2016;24(1):1-9. doi: 10.3233/THC-151102.

2. Cybersecurity in healthcare. – Access mode: https://cybersecurityguide.org/ industries/healthcare. - (Appeal date: 20.08.21).

УДК 004.421

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЛЮДИНИ З ПОСТТРАВМАТИЧНИМ СИНДРОМОМ: РОЗРОБЛЕННЯ І АПРОБАЦІЯ

В. М. Бєлов, В. О. Козловська, Т. М. Гонтар
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем
НАН України і МОН України,
03187, Київ-187, проспект Академіка Глушкова, 40
E-mail: dep150@ukr.net

The possibility of using information hardware and software for integrated health assessment in the tasks of improving the effectiveness of rehabilitation of post-traumatic syndrome is being considered.

Вступ. Збереження здоров'я людини як триєдності фізичного, психічного та соціального статусів і формування гармонійно розвиненої особистості в середовому та інформаційному просторі продовжує залишатися пріоритетним завданням суспільства. Значення такого комплексного підходу до здоров'я стає особливо очевидним у разі порушення гармонійної взаємодії організму й особистості людини з середовищем на прикладі так званого посттравматичного розладу (ПТСР). Важливе значення мають оперативність діагностики психологічного стану людини, кваліфікований підбір корегуючих і реабілітаційних заходів, включення вольових можливостей постраждалих, що базуються на оцінюванні їх характерологічних якостей та силі «Я».

Основна частина. Наше дослідження було спрямоване на розроблення комплексного методу експрес-тестування і алгоритму побудови інформаційної оцінки та корекції психосоціального статусу здоров’я людини, що перебуває у стані ПТСР.

Розроблений нами апаратно-програмний комплекс «Експрес-діагностика стану здоров’я» разом з програмою «Тест «Оцінювання характеру особистості» («ТОХО-20»)» [1] дозволяють оцінювати стан здоров’я людини в поточний момент часу за кількісним інформаційним індексом в цілому та за окремим компонентами фізичного, психічного і соціального статусів. Спираючись на отримані кількісні показники ми отримуємо можливість більш цілеспрямовано підбирати прийоми фізичної та психосоціальної реабілітації, виходячи з особистісних установок самого пацієнта.

Ми провели пілотне дослідження комплексу на співробітниках Центру, які потрапили у групу з розладом по типу ПТСР за деякими ознаками хвороби на COVID-19. Всього було обстежено 90 співробітників Центру віком від 36 до 83 років. Всі вони пройшли тестування за рекомендованим опитувальником, орієнтованим на виявлення психогенних ознак ПТСР будь-якого походження.

Оскільки захворювання на коронавірус входить в інформаційне поле ПТСР, ретельно були обстежені особи, які особливо гостро психічно сприйняли пандемію COVID-19. Їх було виявлено 30, інші 60 осіб розглянуто як контрольну групу. Всі 30 осіб пройшли тестування за методиками «Експрес-діагностика» і «ТОХО-20» та додатковими методами обстеження і оцінювання фізичного статусу здоров’я.

Проведене нами дослідження показало валідність програми «ТОХО-20» у діагностиці та оцінюванні властивостей характеру особистості для групи осіб з ризиком на розвиток ПТСР.

Висновок. Результати проведеного дослідження розширили інформаційне поле знань про психосоціальне здоров’я людини, яка перебуває у посттравматичному стані, як керовану систему, що піддається реабілітації. Це дозволило синтезувати інформаційно-технологічну основу оздоровчої і реабілітаційної стратегії психічних порушень по типу ПТСР. Подібні розробки з таким інформаційно-системним підходом до здоров’я людини, та ще й ускладненого ПТСР, у доступній науковій літературі відсутні.

Перелік посилань:

1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103805, Україна. Комп’ютерна програма «Тест «Оцінювання характеру особистості» («ТОХО-20»)» / В. О. Козловська, В. М. Бєлов, М. М. Дубовенко. Дата реєстрації 7 квітня 2021р.

УДК 614.2

СТАНДАРТНІ ОПЕРАЦІЙНІ ПРОЦЕДУРИ В ЗАКЛАДАХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

О. К. Білошицька, О. Л. Зюков, О. О. Ошивалова
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини»
Державного управління справами
e-mail: o.k.biloshytska@gmail.com

Questions of introduction of the standard operational procedures (SOP) in medical practice and quality management of healthcare institutions are considered. Value of SOP while controlling use at introduction of strategic management of the medical organization is shown.

За останні роки в історії охорони здоров'я з'являються нові регламенти, які описують організацію та технології надання медичної допомоги. Оцінюючи якість діяльності закладу охорони здоров'я, потрібно виходити не лише з того, на скільки ефективним виявились медичне втручання, але і те, на скільки безпечним воно було. За даними ВООЗ, найрозповсюдженішою причиною неефективності медичної діяльності є недостатнє знання або використання клінічних стандартів та протоколів, недостатньо рекомендацій, неадекватний аудит. Регламентація діяльності персоналу закладу охорони здоров'я з метою підвищення рівня безпеки пацієнтів потребує розробки окремого, спеціального документу. Це все є підґрунтям для створення документу спеціального виду – стандартної операційної процедури.

Стандартні операційні процедури (СОП) – документально оформлені інструкції по виконанню робочих процедур або, іншими словами, формалізовані алгоритми виконання дій, виконання вимог стандартів медичної допомоги. Розробка СОП є дуже важливим елементом системи управління якістю медичної допомоги. Це викликано насамперед необхідністю раціонального вибору та застосування адекватних (сучасних, ефективних, безпечних та економічно вигідних) медичних технологій в умовах обмежених ресурсів. СОП також необхідні для проведення експертизи та оцінки якості медичної допомоги пацієнтам, плануванні заходів по її вдосконаленню, а також для захисту прав пацієнта та лікаря при вирішенні спірних та конфліктних питань. [1]

Задачами впровадження СОП в закладі охорони здоров'я є [2]:

- стандартизація діяльності;
- спрощення введення в роботу нових співробітників, оскільки навчання нових співробітників відбувається відповідно до СОП, в який у вигляді обов'язкової форми для заповнення є протокол навчання;
- полегшення контролю та аудитів – у відповідному розділі СОП визначаються особи, які відповідальні за організацію роботи відповідно до СОП, за виконання викладених в ньому вимог, за навчання співробітників правилам роботи згідно з СОП;
- підвищення якості та безпеки медичної допомоги;
- проведення атестації співробітників по володінню професійними навичками.

СОП робить процес роботи та його результати послідовними, погодженими, передбачуваними та відтворюваними. Безперечними перевагами, які досягаються при застосуванні СОП, є: чіткий розподіл задач по компетенції, забезпечення якості та логічної послідовності дій, СОП корисні для навчання нового персоналу, виступають в якості довідника для перевірки на відповідність, дають можливість чітко працювати персоналу при відсутності керівництва.

В закладах охорони здоров'я актуальність розробки та впровадження СОП зумовлена необхідністю мінімізувати ризики, зокрема можливі помилки, спричинення нанесення шкоди здоров'ю і життя пацієнтів, а значить, необхідністю вибору найбільш безпечних, раціональних і адекватних технологій [2, 3]. Поряд з цим СОП, в яких представлені елементи контролю (чекліст і ін.) дозволяють здійснювати моніторинг якості та безпеки медичної допомоги в медичній організації, в тому числі в випадку виникнення конфліктів різного рівня і характеру.

Головною та обов'язковою вимогою циклу Демінга (модель безперервного поліпшення процесів, цикл PDCA – плануй (Plan), роби (Do), перевіряй (Check), впливай (Act)), а також частиною міжнародних стандартів серії ISO та інших регламентів в області якості є наявність СОП. В СОП потрібно прописувати мету розробки, необхідні ресурси та технології для реалізації, а також

очікувані результати (проміжні та остаточні) впровадження СОП та критерії оцінки відповідності вимогам СОП.

Розробка СОП повинна проводитись для всіх організацій системи охорони здоров'я, незалежно від рівня підпорядкування, та їх персоналу. Формування та повсюдне використання ясних, чітких, що відповідають сучасним вимогам медичної науки та практики стандартних операційних процедур може стати одним з дієвих елементів системи управління якістю медичної діяльності [3]. СОП повинні бути короткими, чіткими та конкретними. Оптимальна форма – у вигляді таблиць або схем та алгоритмів з мінімальними об'ємом текстової частини.

СОП в медичній організації повинні розроблятися з урахуванням їх конкретних особливостей (типу, структури, кадрового складу і т.д.), регулярно актуалізуватися з урахуванням мінливих вимог, технічних можливостей і досягнень науково-технічного прогресу. При цьому створення першочергових СОП має співвідноситися з найбільш проблемними областями функціонування медичної організації. Так звані «проблемні зони» можуть бути визначені за допомогою різних інструментів соціологічних досліджень, включаючи анкетування персоналу і пацієнтів, а також метод експертної оцінки, включаючи аудит. Можливо, першочерговими СОП повинні стати алгоритми проведення процедур, пов'язаних з підвищеним ризиком, наприклад, інвазивних маніпуляцій (катетеризація судин, сечового міхура, ШВЛ і т.п.).

В закордонній літературі приводяться окремі приклади розробки та використанню СОП в клініці. Показано, що їх використання дозволяє знизити кількість лікарських помилок при встановленні діагнозу, виявляти фактори ризику у пацієнтів, допомагати виявляти пацієнтів, які схильні до самогубства, і т.д. [3]

За результатами досліджень [3] було виявлено, що впровадження СОП позитивно вплинуло, наприклад, на рівень дотримання медичним персоналом вимог гігієнічної обробки рук і використання рукавичок. Отже, СОП є ефективним інструментом підвищення якості і рівня інфекційної безпеки медичної діяльності, а їх впровадження в практику інших медичних організацій доцільно і відповідає сучасним вимогам.

Стандартні операційні процедури підлягають своєчасному перегляду з урахуванням змін вимог, технічних можливостей та досягнень науково-технічного прогресу. Розробка та впровадження СОП для забезпечення безпеки медичної діяльності повинні здійснюватися на системній основі з тим, щоб на всіх рівнях управління забезпечити досягнення запланованого результату.

Перелік посилань:

1. Самойлова И. Г. Алгоритм разработки медико-технологических стандартных операционных процедур в процессе внедрения стратегического управления медицинской организацией // *Журнал инфектологии.* 2014. Том 6, №2. С. 65-70.

2. Гололобова Т. В. Методические принципы формирования стандартных операционных процедур / Т. В. Гололобова, Т. Н. Шестопалова, М. П. Харлампиди, Л. С. Фатхуллина, Р. Н. Хайруллин // *Проблемы стандартизации в здравоохранении.* 2018. №9-10. С. 3-8.

3. Шестопалова Т. Н., Гололобова Т. В. Использование стандартных операционных процедур как одно из направлений обеспечения безопасности медицинской деятельности // *Анализ риска здоровью.* 2018. № 2. С. 129–137.

УДК 330.4+159.9.072

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОСОБИСТОСТІ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНО-ІНДИКАТОРНОГО МЕТОДУ

В. С. Гнатенко, О. А. Панченко, В. Г. Антонов
Державний заклад «Науково-практичний медичний
реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України»
E-mail: avg2001@ukr.net

The principles of an integrative approach to the assessment of economic-psychological security of the person are considered. Such an assessment, in the absence of a common understanding of the full range of effects of economic disturbances on personal reactions, should contribute to an in-depth study of a person's

internal reserves that help him maintain resilience to psycho-traumatic external and internal economic factors

Вступ. Істотний вплив на особистісний розвиток людини спричиняють кризові ситуації, в яких вона перебуває. Одні кризи є природним і нормальним процесом, а інші вимагають від людини надмірних фізичних та психоемоційних зусиль. До неодмінних життєвих труднощів, що супроводжують життя будь-якої людини, додаються економічні кризи держави, що посилюють суспільне протиріччя та конфлікти, загрози особистісній безпеці та добробуту. Введене спеціальне поняття «економічно-психологічна безпека – здатність особистості зберігати стійкість в умовах психотравмуючих зовнішніх і внутрішніх економічних факторів, спроможність до постійного оновлення і самовдосконалення» [1]. На даний час спостерігається відсутність єдиного розуміння всього спектра наслідків впливу економічних негараздів на особистісні реакції а також проблематики протидії деструктивним проявам кризових явищ в економіці. Існує нагальна необхідність в оцінюванні економічно-психологічної безпеки особистості з метою забезпечення особистісної сутності, цілісності, ідентичності, захисту особистості як основного ресурсу збагачення країни, і, як наслідок, покращення добробуту кожного громадянина.

Основна частина. Забезпечення економічної безпеки, як складової національної, є першочерговим завданням суверенної держави. У ракурсі уваги на людину економічна безпека означає поєднання фінансово-економічних, політичних і правових умов, що допомагають у довгостроковій перспективі виробляти максимальну кількість ресурсів на одну особу найефективнішим способом. При вимірюванні рівня безпеки застосовуються різні методики, але дієвими вважаються тільки ті, що відповідають наступним принципам: динамічність, репрезентативність, достовірність, інформаційна доступність, спадкоємність. Таким вважається індикаторний метод, що базується на співставленні характеристик об'єкта з індикаторами-взірцями. Він застосовується для розрахунку рівня економічної безпеки як держави [2], так і підприємства [3]. Щодо особистості, то індикаторний метод для розрахунку не просто економічної, а саме економічно-психологічної безпеки, як слідує із доступних джерел інформації, ще не застосовувався.

Алгоритм інтегрального індикаторного оцінювання виглядає так. У складі інтегрального показника визначаються основні компоненти, що агрегуються в одну інтегральну оцінку. Агрегування ґрунтується на так званій теорії «адитивної цінності», згідно з якою цінність цілого дорівнює сумі цінностей його складових. Для кожної компоненти відбувається визначення індикаторів, їх характеристичних значень та нормування.

Інтегральний показник (індекс) економічної безпеки I в цілому розраховується за такою формулою:

$$I = \sum_{i=1}^{n} b_i I_i$$

де b_i – ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь внеску показника (субіндексу) і-ї сфери економічної безпеки в інтегральний індекс економічної безпеки України;

I_i – агрегований показник і-ї сфери економічної безпеки, де i = 1,..., n.

Так як економічна безпека є досить складною характеристикою та залежить від багатьох чинників, які можуть бути виражені як через кількісні так і якісні параметри, використовують методи, які дають можливість привести різнорідні показники до єдиного виміру (наприклад, використання теорії нечітких множин, що дає можливість врахувати міру відхилення від бажаного стану фактичних показників, які не мають точної числової оцінки, а лише межі або рекомендований напрям змін). На основі розрахованих значень кількісних показників і визначених рівнях якісних показників та розробленого класифікатора рівнів здійснюється розпізнавання рівнів значень показників. Кінцевим етапом є лінгвістичний опис рівня економічної безпеки.

У проєкції на особистість, спираючись на результати проведених досліджень концептуально алгоритм оцінки економічно-психологічної безпеки виглядає наступним чином. На першому етапі визначаються компоненти інтегрального показника. На думку авторів, це мають бути: економічна, інформаційна та психологічна компоненти. Далі визначаються індикатори інтегрального показника для кожної компоненти. На онові проведених досліджень у складі першої були вибрані наступні індикатори: індивідуальна оцінка економічної стабільності країни; оцінка свого заробітку відносно прибутків і витрат; впевненість в джерелах свого матеріального прибутку. У складі другої:

задоволення інформаційних потреб щодо соціально-економічної ситуації у країні; безпека індивідуальної економічної інформації; захист від деструктивної інформації щодо економічних відносин. У складі третьої: оцінка емоцій відносно актуальної економічної ситуації в державі; оцінка емоцій відносно економічного стану сім'ї. Далі за алгоритмом має відбуватися визначення характеристичних значень та нормування індикаторів, а також визначення вагових коефіцієнтів. Все це дає змогу розрахувати інтегральний показник рівня економічно-психологічної безпеки.

Для реалізації числової оцінки інтегрального показника необхідно провести широке коло досліджень на основі репрезентативної вибірки та статистичних обчислень.

Висновки. За відсутності єдиного розуміння всього спектра наслідків впливу економічних негараздів на особистісні реакції інтегральне індикаторне оцінювання економічно-психологічної безпеки особистості має сприяти поглибленому вивченню внутрішніх резервів людини, що допомагають їй, зберігати стійкість в умовах психотравмуючих зовнішніх і внутрішніх економічних факторів, спроможність до постійного оновлення і самовдосконалення.

Запропонований концепт відкриває широке поле для подальших досліджень соціально-економічих загроз особистості та реакції держави в плані формування надійного кадрового потенціалу країни, забезпечення, добробуту своїх громадян, їх психічного здоров'я та збереження соціального порядку.

Перелік посилань:

1. Гнатенко В. С. Державне управління економічною безпекою в системі цифровізації національної безпеки: монографія. К.: КВІЦ. 2021. 332 с.

2. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України 29.10.2013 № 1277 Методичні рекомендації щодо розрахунку рівня економічної безпеки України. URL: http://cct.com.ua/2013/29.10.2013_1277.htm (дата звернення: 06.09.1921).

3. Методи оцінювання рівня економічної безпеки підприємства. URL: https://pidru4niki.com/16250212/ekonomika/metodi_otsinyuvannya_rivnya_ekonomichnoyi_bezpeki_pidpriyemstva (дата звернення: 06.09.1921).

УДК 004.621

МОДУЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ІНТЕРАКТИВНО-АНАЛІТИЧНИХ ТА СКРИНІНГОВИХ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Н. В. Дорош[1], К. І. Ільканич[2], О. І. Дорош[3]

[1] Національний університет «Львівська Політехніка»

[2] Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

[3] Міжнародний науково-навчальний центр МНУНЦ, м. Київ

E-mail: nvdorosh54@gmail.com

The concept of creating an interactive-analytical system of modular type for monitoring and evaluation of human physiological data in real time and conducting screening studies is presented. The set of modules and functions can be changed and supplemented depending on the task. Features of modular realization of MIS for carrying out screening researches are described.

Важливими напрямками медичної інформатики є розроблення медичних інформаційних систем (МІС) для задач персоналізованої медицини, а також пошук нових технологій для проектування Веб-орієнтованих МІС з можливістю проведення скринінгових досліджень. Розроблення та впровадження таких МІС є доцільним для планування та ефективного проведення профілактичних заходів серед населення.

Враховуючі велику різноманітність завдань, що потрібно вирішувати за допомогою таких МІС, їх структурну організацію концептуально доцільно представити у вигляді структури модульного типу. Це дозволить забезпечити багатофункціональність та гнучкість системи за рахунок заміни та доповнення набору базових модулів та відповідного програмного забезпечення. Наприклад, для проведення скринінгових досліджень у модульну структуру медичних інформаційних систем доцільно додавати спеціалізовані модулі для проведення опитування серед різних груп населення і порівняння результатів та програмне забезпечення для аналізу та статистичної обробки результатів

Основними модулями такої системи є модуль аутентифікації, модуль навігації, модуль визначення фізіологічних показників та модуль вербальних даних і результатів опитування, розрахунково-аналітичні і програмні модулі, модуль скринінгових досліджень та модуль пам'яті.

Модуль навігації, несе в собі завдання розділити інформацію в системі на відповідні категорії та надати доступ до них за допомогою різних меню. До нього належать головне меню, меню підсистем, а також модуль ідентифікації, який дозволяє вибрати тип користувача (користувач-пацієнт або користувач-лікар) та змінити контент, що виводиться користувачу.

Для того, щоб розмежувати користувачам різного рівня доступ до інформації, перехід до програмних модулів відбувається через проміжну сторінку таким чином, що в залежності від обраного рівня, користувачу-лікарю будуть надані всі необхідні дані, а користувачу-пацієнту лише базові, з яких будуть виключені спеціальні тести, чи розрахунки, які необхідні для лікарів. Доступ до програмних модулів організовується через меню вибору підсистем.

Для збереження даних призначений модуль пам'яті у який входить база даних та блок, що дозволяє переглянути отримані результати.

Розроблення модульної структури МІС та визначення особливостей структури для МІС різного типу дозволить спроектувати нову структуру інформаційно-аналітичничних МІС з розмежуванням доступу для лікарів та пацієнтів, а також забезпечити можливість підключення додаткових модулів для проведення скринінгових досліджень, що надасть можливість ефективного її використання як професійними спеціалістами, так і індивідуальними користувачами з використанням сучасних Інтернет технологій.

УДК 004.65; 004.91

ВИРІШЕННЯ ПІДЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ

М. В. Євланов, Н. В. Васильцова
Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail: maksym.ievlanov@nure.ua, nataliia.vasyltsova@nure.ua

The problem of ensuring the change of information resources by the subjects of the information system that have the right to do so is considered. To solve this problem, it is proposed to use a predicate model that formally describes the authorship of an information system service using an electronic digital signature mechanism.

Вирішення проблеми забезпечення цілісності ІР ІС для медичних систем України є дуже важливим. Основними концепціями побудови архітектури медичних ІС в [1] вказано концепцію модульної архітектури ІС та концепцію автоматизованих робочих місць. Як основну концепцію побудови архітектури медичних ІС в Україні пропонується використовувати сервісний підхід [2] та концепцію сервіс-орієнтованої архітектури. Вони дозволяють розглядати будь-який документ як елемент, який може відноситися до підмножини вхідних документів сервісу медичної ІС, підмножини вихідних документів сервісу медичної ІС або підмножини документів, які не реалізовано сервісами медичної ІС, що експлуатуються [3]. Таке уявлення дозволяє формально описати будь-який документ як частковий випадок функціонального сервісу медичної ІС. Можливість подібного опису дозволяє вирішити підзадачу забезпечення зміни ІР суб'єктами ІС, які мають на це право. Для цього пропонується на моделі уніфікованого реєстру інформаційних ресурсів визначити предикат, який формально описує авторство будь-якого функціонального сервісу з використанням механізму електронного цифрового підпису.

Використання запропонованого предикату дає змогу представити вирішення підзадачі забезпечення зміни ІР суб'єктами ІС, які мають на це право, у вигляді такого методу [2]:

Етап 1. Формування значення елементу bS_Name_m для документу, зміна якого здійснюється.

Етап 2. Формування значення елементу $serviceKey_i$ за умови $bS_Name_i = bS_Name_m$.

Етап 3. Ідентифікація суб’єкту системи управління, який претендує на право модифікації документу.

Етап 4. Визначення цифрового підпису $bS_signature_i$ суб’єкта, якого було ідентифіковано на Етапі 3.

Етап 5. Якщо $P_{md}\left(serviceKey_i, bS_{signature_i}\right) = 1$, то визнати право на модифікацію документу з назвою bS_Name_m суб'єктом, ідентифікованим на Етапі 3. В противному випадку відмовити в праві на модифікацію документу з назвою bS_Name_m суб'єкту, ідентифікованому на Етапі 3. Завершити використання методу.

Перелік посилань:

1. Як медичному закладу підійти до вибору медичної інформаційної системи (MIC) ? // Сайт МОЗ України. – Режим доступу: https://moz.gov.ua/uploads/3/18559-ak_obrati_mis.pdf (дата перегляду 09.10.2021 р.).

2. Левыкин В.М. Паттерны проектирования требований к информационным системам: моделирование и применение / Левыкин В.М., М.В. Евланов, М.А. Керносов. – Харьков: ООО «Компания «СМИТ», 2014. – 320 с.

3. Ospanova G. Building A Model Of The Integrity Of Information Resources Within An Enterprise Management System / G. Ospanova, E. Kukharenko, M. Ievlanov, I. Panforova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. – Vol. 3, No. 2 (111). – pp. 15–23. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234729.

УДК 004.75+004.932.2:616

МОДЕЛІ ОБМІНУ ЦИФРОВИМИ МЕДИЧНИМИ ДАНИМИ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА МІЖ НИМИ З ЗАСТОСУВАННЯМ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

О. С. Коваленко, Л. М. Козак, М. Наджафіан Тумаджані
Міжнародний науково-навчальний центр ІТ і С НАН України
e-mail: askov49@gmail.com

Describes the application of mathematical models to exchange in digital medical data for healthcare institutions with use of mobile devices.

Для формалізації бізнес-процесів, що мають місце для реалізації обміну даними та інформацією, нами розроблено моделі обміну цифровими медичними даними на основі дескриптивних логік, які уможливлюють опис понять та завдань предметної області у недвозначному, формально обґрунтованому вигляді.

Опис обміну даними, що здійснюються в інфраструктурі цифрової медицини, подається у такому вигляді. Середовище цифрової медицини складається з 4-х компонентів: 1) медична інформаційна система (MIC); 2) заклад охорони здоров'я (HCF); 3) персональне медичне сховище (PHB); 4) електронна система охорони здоров'я (EHCS). Ці чотири компоненти поєднуються один з одним через хмарний сервіс.

Модель взаємозв'язку 4-х головних компонентів середовища цифрової медицини (зовнішній обмін) розроблено із застосуванням дескрипційної логіки ALC, Tbox.

$$\text{MIC} \equiv \text{MIC} \sqcap \exists \text{connected to internet.HCF} \sqsubseteq \text{MIC},$$
$$\text{HCF} \equiv \text{HCF} \sqcap \exists \text{connected to internet.PHB} \sqsubseteq \text{HCF},$$
$$\text{PHB} \equiv \text{PHB} \sqcap \exists \text{connected to internet.EHCS} \sqsubseteq \text{PHB},$$
$$\text{EHCS} \equiv \text{EHCS} \sqcap \exists \text{connected to internet.MIC} \sqsubseteq \text{EHCS}.$$

де MIC – medical information systems;
HCF – health care facilities;
PHB – personal health base;
EHCS – electronic health care system.

Модель обміну медичними даними між відділеннями ЗОЗ розроблено з урахуванням функцій цих відділень.

Першим кроком у надання медичної допомоги є консультативний прийом пацієнта. Інформаційне супроводження консультативного прийому здійснюється за допомогою запису в електронній медичній картці, в якій наведені відомості про надання медичної допомоги пацієнту, дані лабораторних та інструментальних досліджень.

$$CRP \sqsubseteq \left(\left(P \sqcap P_p \sqcap CDR\right) \sqcap \exists has\ possibility.\left(MCS \sqcup staffkp \sqcup equipment \sqcup HM \sqcup WE\right)\right),$$

де CRP – здійснювати консультативний прийом пацієнта P; CDR – консультативно-діагностичний прийом; MCS – виписка з медичної карти; WE – робоче середовище; HM - завідувачі відповідними структурними підрозділами.

У приймальному відділенні його оглядає лікар приймального відділення:

$$CRP \equiv \forall P'.HP,$$

і, за інформацією про цього пацієнта з його ЕМД, надає відповідний висновок щодо наявності (чи відсутності) необхідності його госпіталізації:

$$H \sqsubseteq \left((P' \sqcap HP) \sqcup (P^E \sqcap HP)\right) \sqcap \exists has\ possibility.(MCS \sqcup PI \sqcup\ equipment \sqcup staff \sqcup\ HM \sqcup WE)),$$

$$CRP \sqcap \neg P' \equiv \emptyset,$$

де H – здійснювати госпіталізацію пацієнтів P' - пацієнт, що призначений на консультативний прийом; P^E- пацієнт з потребами в екстреній МД, HP - госпіталізація хворого.

Після прийняття рішення лікар приймального відділення спрямовує пацієнта до відповідного відділення стаціонару.

$$H \equiv \forall P.PMC,$$

$$H \sqcap \neg P \equiv \emptyset,$$

де PMC- надавати медичну допомогу у відділенні стаціонару.

Діагностичне обстеження пацієнта та призначення йому інших медичних процедур здійснюється на основі огляду та даних з ЕМД:

$$DEP \equiv \forall results.PMC,$$

$$DEP \sqcap \neg results \equiv \emptyset,$$

де DEP – проведення діагностичного обстеження пацієнтів;

results – результати обстежень.

Згідно з призначенням лікаря пацієнтові надаються відповідні медикаментозні засоби та засоби медичного призначення. Для цього залучено медичний персонал, обладнання, робоче середовище.

$$M \sqsubseteq ((procedure \sqcap (application \sqcap PI))\ \sqcap \exists has\ possibility.(equipment \sqcup staff \sqcup\ HM \sqcup WE))),$$

де M – забезпечувати пацієнтів медикаментами та виробами медичного призначення; procedure – порядок забезпечення медикаменти та виробами медичного призначення; application – заявка на медикаменти та виробами медичного призначення.

У разі госпіталізації необхідні лікарські препарати та інші медичні застосунки надходять з відповідних місць їхнього збереження.

$$M \equiv \forall MD.PMC,$$

$$M \sqcap \neg MD \equiv \emptyset,$$

де PMC- надавати медичну допомогу у відділенні стаціонару; MD - медикаменти та вироби медичного призначення.

Для забезпечення пацієнта харчуванням залучаються відповідні працівники ЗОЗ та використовується необхідне обладнання:

$$PD \sqsubseteq ((procedure_d \sqcap (application_d \sqcap PI))\ \sqcap \exists has\ possibility.(\ equipment \sqcup staff \sqcup\ HM))),$$

де PD - забезпечувати пацієнтів дієтичним харчуванням; PI- інформація про рух хворих; $\text{application}_\text{d}$- заявка на дієтичним харчуванням; staff kp - персонал ЗОЗ; equipment – обладнання.

Дієтичне харчування призначає лікар.

$$PD \equiv \forall diet\ food.PMC,$$

$$PD \sqcap \neg diet\ food \equiv \emptyset,$$

де diet food- дієтичне харчування.

Результати надання медичної стаціонарної допомоги (інформація про результати лікування) фіксуються у карті моніторингу надання медичної допомоги

$$PMC \equiv P^t \sqcap \forall P.PMC,$$

$$PMC \equiv RTI \sqcap \forall P.PMC,$$

$$PMC \equiv MM \sqcap \forall P.PMC,$$

де P^t- пролікований пацієнт; RTI – інформація про результати лікування; ММ- карта моніторингу надання медичної допомоги.

Інформаційне супроводження процесу надання медичної допомоги базується на чинній нормативно-правовій базі:

$$PMC \sqsubseteq ((SR \sqcup PB \sqcup LCP \sqcup ULHC) \sqcap \exists has\ possibility.(P \sqcup results \sqcup MD \sqcup diet\ food) \sqcap (resident\ doctor \sqcup HM \sqcup staff \sqcup PI))),$$

де SR- галузеві нормативно правові акти; РВ - положення про відділення; LCP- локальні клінічні протоколи; ULHC- законодавство України про охорону здоров'я; resident doctor - лікар ординатор; НМ- історія хвороби (план обстеження, направлення).

Отже, сформовані моделі описують структуру зовнішнього обміну – взаємодію чотирьох компонентів середовища цифрової медицини (медична інформаційна система, заклад охорони здоров'я, персональне медичне сховище та електронна система охорони здоров'я), тоді як модель обміну медичними даними у внутрішній структурі ЗОЗ подає деталізовану структуру процесу надання медичної допомоги у разі госпіталізації пацієнта з урахування медико-технічного та кадрового забезпечення.

УДК 004.9

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ЗДОРОВ'Я В УКРАЇНІ

Л. О. Кошева, Є. В. Моісєенко, О. Б. Іванець
Національний авіаційній університет, Київ
E-mail: bikam@i.ua

Shown necessity development methodology for implementing the "concept of health" ("5P-Medicine") based on individual approach to assessing the functional state of the human body, prevention, diagnosis of diseases, treatment planning, the need surgery and rehabilitation.

Вступ. Активний перехід європейских країн на на нову модель медицини – «4П-медицини», а за останні роки й на «5П-медицину», що враховано у частині 2 європейської політики Здоров'я-2020 на підтримку дій держави та суспільства в інтересах здоров'я і благополуччя ставить ряд перспективних і сміливих завдань в справі охорони здоров'я для України. Ці основи були прийняті всіма 53 державами-членами Європейського регіону ВООЗ, що потребує вирішення принципово нових завдань організаційного, технологічного і інноваційного характеру, їх поетапної реалізації, співзвучно із завданнями практичної охорони здоров'я і світовими тенденціями його розвитку [1].

Мета. Окреслити наукові проблеми впровадження «концепції здоров'я» («5П-медицини»).

Основна частина. Зміна парадигми мислення і орієнтації лікарів і керівників охорони здоров'я з переважно лікувально-діагностичної концепції («концепції хвороби») на так звану «концепцію здоров'я» («концепції 5П») потребуватиме від держави і суспільства серйозних зусиль, однак ефективність використання коштів буде підтверджена зменшенням захворюваності і збільшенням якості та тривалості здорового життя.

Принципи «концепції здоров'я» складаються з наступних парадигм: предиктивна медицина як «передбачувальна медицина» має на меті – раннє виявлення спадкової схильності людини до захворювань, що може дозволити своєчасно проводити профілактичні заходи для попередження їх розвитку; превентивна медицина особливий аспект медицини профілактичної, принципами якої є не пасивне очікування хвороби, а проведення застережуваних і коригуючих заходів задовго до розвитку хвороби; персоналізована медицина є спробою перейти від наукових досліджень і терапевтичної практики, в значній мірі орієнтованих на середньостатистичного пацієнта, до досліджень і практики, які були б чутливими до унікальних біологічних і особистісних особливостей конкретного пацієнта, особистісний аспект в даному випадку реалізується у праві і здатності пацієнтів брати участь в ухваленні найбільш істотних медичних рішень, які їх стосуються; прецизійна медицина як п'ята складова «концепції здоров'я» може бути описана як прицільно точна медицина, що орієнтується на мінімальні та делікатні медикаментозні втручання в організм пацієнта за максимального використання можливостей самого організму до відновлення [2].

Перехід на нову концепцію медицини – «концепцію здоров'я» потребує вирішення принципово нових завдань організаційного, технологічного і інноваційного характеру, їх поетапної реалізації, що співзвучно із завданнями практичної охорони здоров'я і світовими тенденціями його розвитку .

Створення нової філософії в галузі охорони здоров'я передбачає активне залучення математичних, технічних, метрологічних, статистичних, інформаційних методів та засобів для ініціювання науково-дослідницького підґрунтя на перетині вказаних галузей, поєднанням яких має стати персоналізований підхід до вимірювання, збору, обробки медичних даних та прийняття рішень на основі ретроспективних медико-біологічних параметрів [3].

Проведений аналіз існуючих методів оцінювання медико-біологічних параметрів та їх нормування, а також теоретичних підходів щодо оцінювання функціонального стану організму, зокрема, оцінювання адаптаційного потенціалу, резервів організму, моніторингу стану здоров'я показав, що ці методи та підходи базуються на використанні структурної, інформаційної та часової надмірності при обмеженнях на невизначеність дестабілізуючих факторів або властивостей об'єктів. Зазначені підходи ґрунтуються на принципах нормології, які не у повній мірі відповідають «концепції здоров'я», основним завданням якої є урахування особистісних особливостей та біологічної унікальності організму.

Встановлено, що використання існуючих методів оцінювання без використання індивідуального підходу до ймовірнісно-статистичного аналізу кількісних характеристик медико-біологічних параметрів створює проблему невизначеності інформації на етапі прийняття рішення щодо функціонального стану організму і виникнення неусувної методичної складової ймовірності помилкових рішень. Ця вимагає вирішення наукової проблеми щодо методів контролю стабільності процесів біологічного функціонування та розробки критерію для визначення порушень динамічної рівноваги біологічних об'єктів [4].

Задачі оцінювання медико-біологічних параметрів на основі індивідуальних меж, чутливих до особистісних особливостей кожного окремого організму з урахуванням статистичної неоднорідності первинної інформації є обов'язковими для урахування як на етапі отримання вимірювальної інформації, так і на етапі прийняття рішень щодо функціонального стану [4]. З урахуванням чинників впливу під час вимірювання необхідно вирішити наукову проблему моделювання результатів біомедичних вимірювань, визначення латентних порушень біологічного функціонування за результатами тривалих експериментів з урахуванням особливостей фізичного навантаження та визначити індивідуальні межі норми на медико-біологічні параметри. Це надає можливість визначати індивідуальні межі коливань гомеостазу на основі ретроспективних даних. Зазначені проблеми викликають науковий інтерес щодо побудови методології впровадження «концепції здоров'я», на що спрямовані зусилля науковців цієї галузі, розробки яких вимагають подальших досліджень та впроваджень у практичну медицину [4].

Висновки. Розглянуто особливості впровадження «концепції здоров'я» в заклади охорони здоров'я та визначені наукові проблеми які потребують вирішення для ефективного впровадження даної концепції в практичну діяльність. Забезпечення практичного впровадження «концепції здоров'я» в Україні вимагає вирішення ряду наукових проблем, пов'язаних з індивідуальним оцінюванням адаптаційного потенціалу, резервів організму, контролем стабільності процесів біологічного функціонування та визначення порушень динамічної рівноваги біологічного об'єктів. Вирішення зазначених проблем вимагає додаткових досліджень чинників впливу на результати та виявлення латентних порушень біологічного функціонування.

Перелік посилань:

1. Prainsack B. Personalized Medicine: Empowered Patients in the 21st Century. University Press, NY, USA, 41(7), 1465–1466 (2019).

2. Maturo MG, Soligo M, Gibson G, Manni L, Nardini C. The greater inflammatory pathway–high clinical potential by innovative predictive, preventive, and personalized medical approach. EPMA J. 10.1007/s13167-019-00195-w (2020).

3. Golubnitschaja O, Kinkorova J, Costigliola V. Predictive, preventive and personalised medicine as the hardcore of 'horizon 2020': EPMA position paper. EPMA J. 5(1), 1–29 (2014).

4. Kosheva L.O., Ivanets O.B. Approach to the evaluation of the functional state of the human body taking into account the variability of medical and biological indicators // Conference Proceedings 2019 IEEE

8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL*2019 Sozopol, Bulgaria, 06-08 September 2019, pp. 666-670. ISBN: 978-1-7281-1813-0. IEEE Catalog Number: CFP19814-USB/ Scopus.

УДК 159.9.07.:572.025-057.5 (043.2)

СУЧАСНІ ІНОФРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ВТОМИ МОЗКУ У ОПЕРАТОРІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ВИДІВ ДІЯЛЬНОСТІ

В. Д. Кузовик, О. В. Булигіна, К. О. Безвершнюк
Національний авіаційний університет
E-mail: karyna.bezvershniuk@npp.nau.edu.ua

An analysis of current information technology for assessing the level of brain fatigue in extreme activity operators is reflected. As a result of this analysis it is shown that there is now a need for a monitoring system that identifies the onset of fatigue both objectively and subjectively, using an indirect and non-invasive approach.

Проблема втоми мозку людини належить до найскладніших та багатогранних питань у фізіології і психології виробничої діяльності не тільки операторів екстремальних видів діяльності(ОЕВД), людей, для яких виконання функціонального призначення залежить не тільки від їх фізіологічних даних, а від їх психологічного стану, стійкості до стресових та емоційних навантажень (вміння оперативно приймати рішення), а й для будь-яких працівників. Практичне значення такого вивчення визначається впливом втоми працівника на зниження продуктивності і якості праці, а соціальне – з тимчасовою втратою працездатності та інвалідністю тих працівників, які виконують роботу в умовах перенапруження фізіологічних систем.

Центрально-коркова концепція розвитку втоми головного мозку досліжувалась у працях І. П. Павлова, М. Є. Введенського, О. О. Ухтомського, М. І. Виноградова, П. К. Анохіна, С. О. Косилова, В. В. Розенблата та інших. Результати досліджень отримали експериментальне підтвердження, яке зводиться до процесу гальмування в корковому центрі рухового апарату. Зрушення в стані коркових центрів зумовлюються багатьма причинами. Основна з них полягає в тому, що коркові центри, маючи найменший рівень працездатності, несуть велике навантаження, пов’язане з переробкою різної інформації і регулюванням роботи всіх органів і систем організму, а саме:

- ✓ в кору спрямовуються потоки аферентних імпульсів відносно трудового завдання; кора формує імпульси щодо скорочення м’язів;
- ✓ згідно з принципом зворотної аферентації в кору головного мозку надходить потік збуджень, які сигналізують про виконання програми дій відповідно до поставленого завдання;
- ✓ від працюючих м’язів надходять сигнали про хімічні зрушення, що відбуваються в них під впливом виконуваної роботи; зазначені сигнали надходять від інших органів і систем, які забезпечують виконання роботи (серцево-судинної, ендокринної, дихання і т. ін.);
- ✓ частина інформації виступає у вигляді результатів психічної діяльності мозку (пам’яті, уяви, мислення тощо);
- ✓ суттєвий потік збуджень надходить від ретикулярної формації, яка підтримує необхідний тонус кори головного мозку (лімбічної системи).

Враховуючи викладене, актуальність проблемного питання полягає у тому, що втома кори головного мозку людини поступово зростає внаслідок перевантаженої інтенсивної фізичної чи розумової діяльності, змушуючи організм досягти межі пограничного патологічного стану, порушуючи стан гомеостазу людини. Порушення гомеостазу людини, особливо для операторів екстремальних видів діяльності, призводить до перевтоми, синдрому хронічної втоми, синдрому перетренованості та дисфункцій імунітету. Таким чином, в системі визначення рівня втоми кори головного мозку людини існує проблемна ситуація, вирішення якої може бути здійснено розробкою підходу, який базується на сучасних існуючих технлогіях та застосуванні методів і засобів об’єктивного оцінювання психофізіологічного стану операторів. Вирішуючи зазначену задачу, в роботі визначені основні суб'єктивні, психологічні та фізіологічні технології дослідження рівня втоми мозку людини.

До суб'єктивних технологій відносяться стандартні схеми опитування для визначення рівня втоми мозку: візуально-аналогова шкала для оцінки тяжкості втоми (Visual-Analogue Scaleto Evaluate Fatigue Severity(F-VAS)), Шкала депресії Бека (Beck Depression Inventory (BDI-II)), Шкала Занга для самооцінки депресії(Self-ratingdepressionscale (SDS)), Каролінський тест сонливості. До недоліків суб'єктивних методів досліджень можна віднести – невисоку точність прогнозу; досліджуваний оператор за бажанням може свідомо вплинути на здобуті результати; втрата індивідуального підходу.

До психологічних технологій оцінювання рвня втоми людини можна віднести такі методи: аналіз відеозапису міміки та манер; індивідуальні методології з високим ступенем надійності і достовірності: аналіз швидкості реакції, пам'ять, візуальне сканування, моторну координацію, візуальне відтворення, просторове відновлення. Зазначені підходи потребують аналізу великого масиву даних лікарем. Це питання можна вирішити за допомогою створення штучних нейроних мереж, що автоматизацують процеси кластеризації великих масивів даних та поргнозування настання стану втоми людини. Однак, стимулювання лише сенсорної модальності не сприятиме точному оцінюванню втоми мозку людини, а індивідуальні особливості психофізіологічного стану людини не врахувуються, що є вагомим недоліком психологічних технологій.

До фізілогічних технологій оцінювання рівня втоми належить аналіз викликаних потенціалів та активності електроенцефалограми, що спрямовані на спостереження біоелектричної активності нейронів головного мозку. Перевага зазначеного методу полягає у високій часовій роздільній здатності, відповідності імовірному кодуванню інформації мозком. Так, при дослідженні [2, 3] активності біоритмів кори головного мозку було виявлено, що інтенсивність біоритмів альфа, бета і тета зменшується, інтенсивність дельта-ритму збільшується. Водночас фізіологічний рівень втоми мозку зростає, а концентрація уваги зменшується. Тобто зміна динаміки дельта-ритму, а також альфа-ритму пов'язані із зміною в спектрах потужності біосигналів, що характеризує зміни стану свідомості [4], який ідентифікується системою нейронів в лімбічній системі.

Інші фізіологічні технології оцінювання втоми мозку людини, такі як різновиди томографії, методи вимірювання локального мозкового кровотоку, термоенцефалоскопія орієнтовані не на часову, а на топологічну відповідність активності нервових клітин і структур, спостереження інтенсивності їхньої роботи. Наприкад, за допомогою магнітно-резонансної томографії дослідники [5] довели, що у людей, які відчувають постійну (хронічну) втому, зменшується кількість білої речовини в корі головного мозку. В такій ситуації відбувається порушення співвідношення білої і сірої речовини в правій півкулі головного мозку. Але мінорною нотою цих досліджень є висока вартість таких досліджень та трудомісткість розрахунку кількості білої та сірої речовини (розмір аномалій менше 1 см). В інших фізіологічних дослідженнях було виявлено численні аномалії в нейроендокринній системі, особливо при зниженні активності гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі.

У результаті отриманої інформації на кафедрі біокібернетики та аерокосмічної медицини НАУ (м.Київ) сформована гіпотеза, згідно якої втома мозку– складний процес, який полягає в зниженні лабільності нервової системи та інформаційно-енергетичного поля лімбічної системи кори головного мозку людини [1]. Це пов'язано із збільшенням витрат енергетичних ресурсів і розвитком процесу гальмування активності нейронних мереж лімбічної системи, що відображає нездатність організму підтримувати гомеостаз, а також регулюючих, вегетативних та виконавчих систем, що призводить до розвитку відчуття втомленості, періодичного зниження працездатності.

Таким чином, аналіз технологій, методів та засобів що використовуються сучасними вченами було з'ясовано, що наразі існує потреба в системі моніторингу, яка б визначала початок втоми як в об'єктивному так і в суб'єктивному плані, використовуючи непрямий та неінвазивний підхід. Об'єднавши розглянуті технології в єдину біотехнічну систему можно інтегрально визначити рівень втоми мозку як за допомогою динамічних характеристик(реакція, концентрація, міміка) та поточних характеристик психіки (стресостійкість, мотивація, ригідність), так із застосуванням електроенцефалографу, врахувавши процеси функціонування інформаційно-енергетичного поля людини. Застосування спектральних методів обробки дозволить поглиблено досліджувати інформацію щодо змін психофізіологічного стану організму операторів, що в майбутньому розширить можливості прогнозування та контролю рівня втоми передуючи

настання патологічного стану гомеостазу операторів при виконанні їх виробничої діяльності в екстримальних умовах.

Перелік посилань:

1. V. Kuzovik, O. Bulyginaa, K. Bezvershnyuka, R. Dzierżak, N. Denissova, O. Kulakova, Synthesis of the process of evaluation of psychophysiological parameters of antarctic winterers// The Summer XLIV-th IEEE-SPIE Joint Symposium on Photonics, Web Engineering, Electronics for Astronomy and High Energy Physics Experiments,-Wilga 2019-27.05.19-02.06.19. Proc.SPIE vol.11176.

2. Zhang S, Zheng S, Pei X, OuyangYa (2009). Power spectrum analys isonmulti variable electroencephalogram characteristics of physiological mental fatigue. J BiomedEng 26: 162-6. [PubMed]

3. Mark AS. (2000). Changesin EEG-Alpha Power During Driving Simulation: Demonstration. Int J Psychophysiol, 37 (2): 155-62. [PubMed]

4. Jung TP, Makeig S, Stensmo M, Sejnowski TJ. (1997). Assessmentofvigilancefromthe EEG power spectrum. IEEE Trans Biomed Eng, 44 (1): 60-9. [PubMed]

5. Michael M. Zeineh, JamesKang, Scott W. Atlas, Mira M. Raman, Allan L. Reiss, Jane L. Norris, IanValencia, Jose G. Montoya Right Arcuate Fasciculus Abnormalityin Chronic Fatigue Syndrome (2015) https: //doi.org/10.1148/radiol.14141079.

УДК 004.043

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ INTERSYSTEMS IRIS ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

О. Б. Лещенко, А. М. Анікін
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
E-mail: o.leshchenko@khai.edu

The given work is devoted to the use of modern information technologies based on the InterSystems IRIS platform, used in medical information systems. A method is proposed for consolidating large amounts of data based on the Health Level 7 standard and Service-Oriented Architecture for building distributed systems is proposed.

В процесі реформування медичної системи в Україні все більш актуальною стає завдання ефективного управління розподіленої інформаційної структурою. З кожним днем зростають обсяги інформаційних потоків для зберігання і обробки даних, що і призводить до задачі ефективного способу інтеграції великих даних медичних інформаційних систем (МІС) в єдиний інформаційний простір (ЄІП) [1].

Завдання створення ЄІП ускладнюється при виконанні інтеграції різнорідних існуючих комп'ютерних систем обробки даних, тому що не завжди присутній вихідний код систем.

Метою інтеграції даних є отримання єдиної і цілісної картини корпоративних бізнес-даних. Існують три основні підходи до інтеграції даних: консолідація, федералізація і поширення. З огляду на переваги і недоліки поширених методів рішення задачі інтеграції даних комп'ютерних систем в роботі пропонується використовувати модифікований метод консолідації даних, для забезпечення постійного обміну даними між системами. У методі консолідації застосовуємо властивості Сервісно-орієнтованої архітектури (Service-Oriented Architecture (SOA)) для побудови розподілених систем. Ключовим моментом, що визначає успішність вирішення інтеграції стає стандартизація. Забезпечення транспортного рівня обміну даними між різними МІС здійснюється за допомогою розроблених web-сервісів на основі стандарту обміну медичними даними Health Level 7 (HL7) [2].

Запропонований підхід інтеграції даних реалізований у вигляді інформаційної системи на базі платформи InterSystems IRIS [3], яка здатна приймати, обробляти і відправляти повідомлення закодовані в стандарті HL7 з використанням протоколу обміну структурованими повідомленнями SOAP. Всі необхідні інструменти надаються в рамках єдиної надійної платформи InterSystems IRIS, яка забезпечує інтеграцію, управління великими обсягами даних,

обробку транзакцій, аналітику, високу швидкість роботи програми, масштабованість і продуктивність.

Перелік посилань:

1. Постанова Кабінета Міністрів України від 25 квітня 2018 р. № 411 «Деякі питання електронної системи охорони здоров'я» (із змінами № 348 від 15.04.2020) [Електронний ресурс]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2018-%D0%BF#Text (дата звернення 16.06.2021).

2. Health Level 7 Стандарт [Електронний ресурс]. URL: https://zdrav.expert/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Health_Level_7_%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82. (дата звернення 16.06.2021).

3. Лещенко О. Б., Лещенко Ю. О. Застосування технології DeepSee InterSystems для побудови багатовимірних баз даних і сховищ інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму. Харків : Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2021. 66 с. URL: http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/DeepSee%202020ukr%2010062021.pdf. (дата звернення 16.06.2021).

УДК 004.9: 004.056.5

ДОСЛІДЖЕННЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ ЛІКАРІВ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ

А. О. Москаленко, Т. О. Говорущенко, В. В. Осядлий
Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая,
Хмельницький національний університет
E-mail: tat_yana@ukr.net

The healthcare sector in Ukraine has long been in need of change, and the many opportunities of blockchain technologies can help them lead the transformation of this area. This study analyzes the use of blockchain technology in healthcare. All existing projects on the use of blockchain technology in the field of health care can be divided into several areas: tracking origin; data storage and management; telemedicine; diagnostics; use of blockchain to raise funds. The most popular direction for the application of blockchain technology in medicine is data storage and management.

Вступ. Впровадження новітніх конкурентоспроможних інформаційних технологій в усі сфери людської діяльності з метою автоматизації процесів, зменшення частки фізичної праці та мінімізації впливу людського фактору є основною стратегічною метою розвитку інформаційного суспільства в Україні [1]. Сьогодні медичні інформаційні технології повинні відповідати 4 вимогам: ефективність, безпека, новизна та економічна вигода [2]. Сфера охорони здоров'я в Україні давно потребує змін, і безліч можливостей блокчейн-технології (blockchain) можуть допомогти їй очолити трансформацію цієї сфери.

Доказом зростання затребуваності блокчейн-технології може служити результат дослідження, проведеного в жовтні 2017 року командою «Black Book» [3]. В ході цього дослідження було опитано 88 споживачів системи охорони здоров'я (серед них – представники страхових компаній, споживачі медичних послуг) та 276 постачальників медичних послуг (відповідальних за технологічний процес фахівців, менеджерів і IT-фахівців). «Black Book» виявив, що 19% керівників медичними організаціями та 76% представників, які оплачують медичні послуги, розглядали або вже застосовували рішення на основі блокчейн-технології.

Таким чином, підвищена увага до технології розподілених реєстрів призвела до розуміння потенціалу застосування блокчейн-технології в системі охорони здоров'я. Метою даного дослідження є аналіз використання блокчейн-технології у сфері охорони здоров'я.

Основна частина. Всі існуючі проєкти з використання блокчейн-технології у сфері охорони здоров'я можна розділити на кілька напрямків [4, 5]:

1. Відстеження походження – використання розподіленого реєстру для регулювання фармацевтичних поставок і відстеження медикаментів:

- проєкт The MediLedger Project від Chronicled
- проєкт PrescriptIon від центру REshape в колаборації із SNS Bank NV і Deloitte Центром;

2. Зберігання та управління даними – у сфері охорони здоров'я питання управління інформацією є дуже актуальним; медичні працівники щодня працюють з даними, які вимагають обережного поводження, анонімності, коректної передачі, а також особливих правил щодо надання доступу до медичних даних, особливого алгоритму управління правами. Це найпопулярніший напрям розробок в медицині, відтак є більше 20 рішень для зберігання та управління медичними даними на основі блокчейн-технологій:

- система Healthchain для збергігання особистих медичних записів;
- платформа IRYO для збереження і контролю пацієнтами електронних медичних карт;
- проєкт CareX для проведення платежів в сфері охорони здоров'я через власний токен CareX;
- платформа SmartHealthCareToday для збереження особистих медичних даних;
- онлайн-програма The Medical Interpreting and Translating Institute Online для навчання медичного перекладу;
- платформа GlobalLabs для досліджень і розробок в сфері охорони здоров'я на базі блокчейну;
- платформа Clinicoin, що винагороджує учасників за дотримання здорового способу життя;
- система QuantH для зберігання та обміну медичними даними на основі блокчейн;
- система Patientory для зберігання і управління медичними даними;
- майданчик Synthium Helath для створення ділових зв'язків між медичними установами і постачальниками медичного обладнання;
- проєкт MedRec, що створює блокчейн-систему для медичних карток пацієнтів;
- проєкт eHelath Estonia зі створення бази медичних карток Естонії на блокчейні;
- стартап Open Longevity з розроблення діагностичної панелі старіння;
- проєкт Mediacalchain для зручного і безпечного зберігання особистих даних пацієнтів;
- система BurstIQ для обробки, зберігання і передачі медичних даних пацієнта;
- проєкт Gene Blockchain з упором на дослідницький напрямок роботи;
- сховище Bowhead Health для персональних даних користувачів;
- платформа Pokitdok, що накопичує досвід у сфері охорони здоров'я;
- проєкт DokChain для обробки фінансових та клінічних даних в галузі охорони здоров'я;
- проєкт HealthCombix для структурування роботи медичних організацій;

3. Телемедицина – проєкти, що розробляють платформи, за допомогою яких пацієнт може отримати консультації у медичних фахівців:

- платформа Symptomatic для здійснення роботи з великими даними, сумісна з електронними медичними картками та надає послуги телемедицини;
- платформа Docademic, що спеціалізується на телемедицині і з'єднує пацієнтів з лікарями з використанням відеозв'язку;
- проєкт DocCoin для з'єднання користувача з будь-яким медичним фахівцем світу за допомогою смарт-контрактів;
- платформа TrustedHealth для телемедицини, яка базується на блокчейні;
- система PointNurse, основним напрямком діяльності якої є телемедицина, тобто оперативна віртуальна комунікація з медичними фахівцями;

4. Діагностика – проєкти в галузі новітніх технологій, спрямовані на виявлення хвороб з використанням блокчйену:

- блокчейн-інфраструктура SKYCHAIN, призначена для розташування, навчання та використання штучного інтелекту в сфері охорони здоров'я;
- система DeepRadiology, що використовує глибоке машинне навчання для штучного інтелекту, який буде обробляти зображення, отримані методами раідоопромінення;
- IT-платформа eHealthFirst для персоналізованого управління медичними картами на базі блокчейну з використанням штучного інтелекту, машинного навчання та природомовної обробки;

5. Використання блокчейну для залучення коштів – проєкти, що шукають фінансування для реалізації своїх ідей:

- KPR Medical Solutions – підприємство, що збирає кошти на будівлю ферми, де буде вирощуватись канабіс для використання в медичних цілях;
- платформа SolveCare для децентралізації послуг у сфері охорони здоров'я, яка дозволяє постачальникам медичних послуг та страховим компаніям взаємодіяти з клієнтами без посередників;
- система Luven для діагностування раку на ранніх стадіях та проєкт, який підтримує розвиток цієї методики;

- пристрій Health Monitor для неінвазивної діагностики діабету, виразки шлунку і раку легень;
- проєкт Elcoin, який буде одночасно займатись розробкою медичного і косметологічного обладнання та децентралізованої системи на блокчейні для розширення доступності медичних послуг, підвищення їх якості та надійності.

Наразі практично всі описані проєкти – це прототипи, які перебувають на стадії розробки. Більшість з цих прототипів знаходяться на етапі альфа-тестування, що не дає можливості подивитися готовий продукт. Але багато проєктів мають відкритий код і відкриті для нових учасників.

Найпопулярнішим напрямком для застосування технології blockchain в медицині є зберігання і управління даними, для якого розробляється найбільша кількість проектів, що пропонують рішення по роботі з великими даними. Незважаючи на це, перспективними напрямками також можна вважати контроль ланцюжків поставки і залучення коштів на стадіях R&D (Research & Development).

Висновки. Впровадження новітніх конкурентоспроможних інформаційних технологій в усі сфери людської діяльності з метою автоматизації процесів, зменшення частки фізичної праці та мінімізації впливу людського фактору є основною стратегічною метою розвитку інформаційного суспільства в Україні. Сфера охорони здоров'я в Україні давно потребує змін, і безліч можливостей блокчейн-технологій можуть допомогти їм очолити трансформацію цієї сфери. У даному дослідженні проведено аналіз використання блокчейн-технології у сфері охорони здоров’я. Всі існуючі проєкти з використання блокчейн-технології у сфері охорони здоров’я можна розділити на кілька напрямків: відстеження походження; зберігання та управління даними; телемедицина; діагностика; використання блокчейну для залучення коштів. Найпопулярнішим напрямком для застосування блокчейн-технології в медицині є зберігання і управління даними.

Перелік посилань:

1. Hovorushchenko T., Pavlova O., Bodnar M. Development of an intelligent agent for analysis of nonfunctional characteristics in specifications of software requirements. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 2. Pp. 6-17.

2. Syerov Y., Shakhovska N., Fedushko S. Method of the data adequacy determination of personal medical profiles. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 902. Pp. 333-343.

3. Healthcare Industry interest in Blockchain is heating up, Black Book Survey, Q3, 2017. Web-site. URL: https://www.newswire.com/files/16/40/321b6089f1b01dfd80433bffb0df.pdf (Last accessed: September 15, 2021).

4. Blockchain в медицине. Примеры использования технологии. Веб-сайт. URL: https://medium.com/@brdt.pro/blockchain-в-медицине-примеры-использования-технологии-29fae16c5050 (дата обращения: 15.09.2021).

5. Блокчейн-технології в медицині: плюси і як впровадити в Україні. Веб-сайт. URL: https://novilidery.com/news/blokcheyn-tekhnologii-v-medicini-plyusi-i-yak-vprovaditi-v-ukraini (дата звернення: 15.09.2021).

УДК 004.451.2:614.2

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

О. Ю. Майоров, Т. Д. Нессонова
Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України
E-mail: info_khmapo@ukr.net

The work is devoted to the analysis of the current state of information technologies used to create an electronic health care system in Ukraine from the point of view of the system users. Ways to eliminate the shortcomings identified during the survey are outlined.

Вступ. Метою побудови будь-якої інформаційної системи є підвищення ефективності роботи її користувачів. У впровадженні Української Електронної системи охорони здоров’я (ЕСОЗ) приймає участь велика кількість лікарів та інших медичних працівників. З метою оцінки відношення користувачів до медичних інформаційних систем (МІС), які вони використовують в роботі, нами було проведено онлайн-анкетування та аналіз думок щодо удосконалення програмних продуктів.

Мета роботи. Аналітичне дослідження ринку медичних інформаційних систем, що підключені до E-health Україна.

Матеріали і методи. В дослідженні використовувалися матеріали сайтів МІС, які підключені до ЕСОЗ України, тарезультати онлайн-анкетування медичних працівників щодо досвіду користування МІС. При аналізі результатів застосовувалися методи прикладної статистики і системного аналізу.

Постановка проблеми. Проведене дослідження щодо якості та корисності програмного забезпечення МІС на думку українських лікарів показало, що існують проблеми стосовно інформаційної обізнаності медичних працівників щодо внутрішньої структури ЕСОЗ, принципів кодування, структурування та зберігання медичної інформації, прийомів підвищення швидкості формування електронних документів.

Таблиця 1. – Розподіл респондентів за МІС, що використовується, та рівнем медичної допомоги

Кількість респондентів	**Рівень медичної допомоги**						
МІС	**Не вказаний**	**Вторинний**	**Лабораторні дослідження**	**Первинний**	**Третинний**	**Четвертий**	**Загальний підсумок**
Askep		1		2			3
e tbManager					1		1
EvoMIS					1		1
Health24	1	12	1	3	2		19
Helsi	2	16		20	3		41
MEDSTAR	2	9		9			20
SimplexMed	1	6					7
Доктор Елекс	2	2			4		8
Дорадо					1		1
ЕМСІМЕД		2					2
МЕДЕЙР		6		7	1		14
МедІнфоСервіс		3					3
С1		1					1
Укрмедсофт						1	1
Не користуюсь	12	2		1	2	1	18
Загальний підсумок	**20**	**60**	**1**	**42**	**15**	**2**	**140**

В онлайн-анкетуванні, організованому за допомогою сервісу Google Forms, прийняли участь 140 медичних працівників різних медичних спеціальностей з 18 областей України. Основна частина анкети містила 20 питань, що стосувалися принципів експлуатації МІС. Під час опитування з'ясувалося, що всю медичну документацію в електронній формі ведуть лише 9 респондентів (6% від загальної кількості), більшість документації в електронній формі – 72 респондентів (51%), більшість документації в паперовій формі – 54 респондентів (39%), вся документація в паперовій формі у 5 респондентів (4%).

За даними опитування найрозповсюдженішою МІС є Helsi, наступні за популярністю – MEDSTAR, Health24, МЕДЕЙР. Звертає на себе увагу той факт, що частка лікарів, які не використовують жодної МІС, є досить суттєвою (табл. 3).

За даними анкетування 62% респондентів для створення медичної документації окрім МІС користуються стандартними офісними додатками.

Аналіз думок опитаних медичних працівників щодо повноти інформації, яку може отримати лікар з бази даних МІС, та її зв'язок з часом, що витрачається на введення, виявив, що більшість користувачів не задовольняє якість та кількість доступної інформації (табл. 2).

Турбує той факт (табл. 2), що досить велика частина користувачів витрачає на роботу з МІС більш за 40% робочого часу.

Таблиця 2. – Розподіл респондентів за часом, що витрачається на роботу з системою та їхнє відношення до якості інформації

Кількість респондентів	**Частка робочого часу, яка витрачається на роботу з МІС**						
Чи отримуєте Ви достатньо інформації від системи?	**10-20%**	**20-30%**	**30-40%**	**5-10%**	**Більш за 40%**	**Не корис-туюсь**	**Загаль-ний підсумок**
Важко відповісти	6	6	7	6	12	3	40
Ні	5	4	15	6	17	1	48
Так	4	13	9	4	22		52
Загальний підсумок	**15**	**23**	**31**	**16**	**51**	**4**	**140**

Висновки. Основними результатами проведеного дослідження є загальний аналіз поточного стану в застосуванні інформаційних технологій для побудови ЕСОЗ України, а також аналіз зауважень користувачів щодо організації роботи в МІС, що свідчить про потребу, по-перше, вдосконалення інформаційних моделей електронної охорони здоров'я, і, по-друге, необхідності підвищення цифрової компетентності користувачів МІС.

Перелік посилань:

1. Міністерство охорони здоров'я України, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://moz.gov.ua.

2. Центр громадського здоров'я МОЗ України, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://https://www.phc.org.ua/

3. Національна служба здоров'я України, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nszu.gov.ua

4. Адміністратор Центральної бази ЕСОЗ в Україні, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ehealth.gov.ua/

УДК 351/354:007

СОЦІАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ФАКТОР ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКОВОЇ ПОЛІТИКИ В ПРОЄКЦІЇ НА ОСОБИСТІСТЬ

О. А. Панченко, В. Г. Антонов, А. М. Малєєва
Державний заклад «Науково-практичний медичний
реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України»
E-mail: rdckonst@ukr.net

The current sense of the tension between the concept of the vision of sovereign governance and the need to provide suspiciously significant information. One of the warehouse suspension development of Ukraine is the stability and balance of the state management system and information security in the minds of foreign socialization and information processes.

Вступ. У насиченому інформацією суспільстві сукупність факторів і дійових осіб, включаючи різні політичні та економічні інтереси, процеси розробки політики, типи урядів і технічні знання, в результаті створюють розрізнені політики в області інформаційної безпеки в різних державах. У сучасних умовах інформаційна складова національної безпеки держави відіграє надзвичайно важливу роль через наявні в ній ризики та загрози, до яких доцільно відносити кібертероризм, кіберзлочинність, агресивну пропаганду, поширення антиконституційних та антидержавних гасел, обмеження доступу населення до публічної інформації тощо. Для побудови ефективної системи інформаційної безпеки в першу чергу необхідно провести значну аналітичну підготовку, на основі якої чітко визначитися з пріоритетами і орієнтирами подальшої державної інформаційної політики. Крім того, важливо вибирати такі засоби інформаційного захисту, які б були досить ефективними на даний момент.

Основна частина. Однією зі складових суспільного розвитку України є стабільність і збалансованість у системі державного управління інформаційною безпекою в умовах загальної

соціалізації інформаційних процесів. Ефективність функціонування політичної системи держави у вирішенні складних соціально-політичних проблем сучасності безпосередньо пов'язане з роботою громадських об'єднань та окремих громадян. Інформатизація, що захопила всі сфери суспільного буття, набула статусу важливого об'єкта, стратегічного ресурсу як держави, так і будь-якої управлінської структури в системі суспільного управління.

Під державною інформаційною політикою необхідно розуміти політику, яка засобами державної (політичної) влади створює і забезпечує функціонування системи правового регулювання інформаційних відносин, захист прав і основних свобод людини, збалансованість інтересів людини, суспільства і держави у всіх сферах інформаційної діяльності [1]. Існує дві проблеми в розумінні того, як держави вирішують питання політики інформаційної безпеки. По-перше, існує безліч суб'єктів, як державних, так і приватних, зацікавлених в тому, як функціонує політика інформаційної безпеки. Однак ці актори не працюють у вакуумі. Вони обмежені політичними, ідеологічними та інституційними факторами. Це призводить до другої проблеми, яка полягає в тому, що інституційний характер уряду (будь то демократичний чи авторитарний) також впливає на те, як він вирішує ці питання. У той час як директивні органи та приватні суб'єкти як в демократичних, так і в авторитарних країнах взаємодіють з метою забезпечення збереження того, що вони вважають життєво важливою інформацією, ці взаємодії можуть відрізнятися в залежності від типу режиму. Отже, процес формування політики інформаційної безпеки може нагадувати «перетягування канату» в країнах, в де повноваження у цій сфері розмиті. Адже взаємодія між політиками та приватними суб'єктами «тягне» політику в тому чи іншому напрямку в залежності від політичного й ідеологічного клімату. В такому середовищі рідко можна виявити, що політика інформаційної безпеки повністю підпорядкована одному образу мислення. Однак це в меншій мірі стосується випадків концентрації директивних повноважень, як це має місце в авторитарних країнах.

Ефективне управління сучасним інформаційним суспільством має обов'язково передбачати формування державної інформаційної політики та створення умов її реалізації, а метою цієї діяльності має стати узгодження системно-функціональної та інформаційної складових в умовах стрімкого поширення процесів глобалізації. Звідси зрозуміло, чому проблема забезпечення інформаційної безпеки увійшла в число найбільш значущих і пріоритетних завдань, вирішення яких необхідне для існування і подальшого розвитку нашого суспільства. Інформаційна безпека важлива тому, що ми захищаємо свій інформаційний простір, а отже, свої інформаційні ресурси, свою національну культуру. Таким чином, філософська специфіка проблематики інформаційної безпеки полягає в тому, що інформація сьогодні стала ресурсом глобального об'єднання людства, що несе багато нових можливостей, але ставить перед окремими спільнотами і людством в цілому нові виклики та ризики.

Правову основу для ефективного забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства і держави в Україні становить інформаційне законодавство як система нормативно-правових актів, спрямованих на врегулювання суспільних відносин в інформаційній сфері. Невід'ємною частиною інформаційного законодавства України на сьогодні є й електронне законодавство (е-законодавство), під яким розуміють систему нормативно-правових актів, що забезпечує регулювання суспільних інформаційних відносин в процесі збору, реєстрації, накопичення, зберігання, використання та поширення даних (обробка даних), а також захист інформаційних ресурсів (продуктів, технологій), які здійснюються за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій та телекомунікаційних мереж [2, 3]. Таким чином, з огляду на прагнення України вивести діяльність щодо забезпечення інформаційної безпеки на якісно новий рівень, органам державної влади та вченим необхідно звернути увагу на конструктивну розробку моральних канонів поведінки та відповідне їх законодавче закріплення. Необхідно звернути увагу і на те, що питання належного забезпечення інформаційної безпеки безпосередньо залежить від врегулювання на законодавчому рівні прав і свобод людини в галузі інформації, визначення чіткого механізму реалізації зазначених прав, створення умов для реалізації цих прав і здійснення неупередженого контролю за їх безперешкодною реалізацією в рамках закону. Тобто належне забезпечення інформаційної безпеки потребує нормативно-правового закріплення прав людини в інформаційній сфері та гарантій їх реалізації.

Висновки. Проблеми інформаційної безпеки на сьогодні актуалізуються значним зростанням ролі накопичення, обробки та поширення інформації, зокрема, в ухваленні стратегічних рішень, збільшилася кількість суб'єктів інформаційних відносин і споживачів інформації. Інформація стала одним із чинників, здатних привести до великомасштабних аварій, військових конфліктів і

дезорганізації державного управління. На сьогодні в нашій країні ще не сформовано відповідної сучасним геополітичним викликам системи інформаційної безпеки. Існує необхідність посилення буквально на всіх напрямках: нормативно-правовому, організаційно-управлінському, інформаційно-технологічному. Для цього необхідне вироблення чіткої стратегії здійснення перетворень, яка має ґрунтуватися на міцному концептуально-теоретичному, науково-практичному базисі, що повинен сформуватися в рамках національного політологічного дискурсу.

Перелік посилань:

1. Арістова І. В. Діяльність органів внутрішніх справ щодо реалізації державної інформаційної політики: монографія. Харків: Нац. ун-т внутр. справ, 2006. 354 с.

2. Старіш О. Г. Інформаційна політика держави в контексті глобалізації : дис. на здобуття наукового ступеня д-ра політ. наук: 23.00.16 / Київський національний університет ім. Т. Шевченка. Київ, 2008. 401 с.

3. Забезпечення інформаційної безпеки як функція сучасної держави: монографія / О.О Тихомиров ; заг. ред. Р.А. Калюжний. Центр навч.-наук. та наук.-практ. вид. НА СБ України, 2014. 196 с.

УДК 613.6.98+612.821.3:004

РОЛЬ ІТ У ВИЗНАЧЕННІ ТЕМПІВ СТАРІННЯ ЛЮДИНИ

А. П. Порван, І. О. Почепецька
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
E-mail: a.porvan@khai.edu

The paper considers modern approaches to determining the rate of aging using information technology. The role and place of information technologies in a new direction of preventive medicine, the use of which will increase the duration of a person's active life, have been determined.

Підвищення тривалості життя є одним із видатних досягнень людства. Вжиття ефективних заходів у галузі охорони здоров'я, таких як забезпечення чистою питною водою, поліпшення санітарно-гігієнічної інфраструктури та практик, і великі досягнення, такі як вакцинація, поява антибіотиків та розвиток невідкладної акушерської допомоги, дозволили скоротити смертність у ранньому та середньому віці, що призвело до збільшення середньої очікуваної тривалості життя. Прийнято вважати, що процеси старіння в різних фізіологічних системах протікають гетерохронно та гетеротопно [1]. Це є одним із основних припущень для дослідження причин та механізмів старіння людини. Новий напрямок профілактичної медицини – «Anti-Ageing Medicine» («Антивікова медицина» або «Профілактика старіння») розробляє інноваційні підходи та використовує сучасні високі технології для зниження темпів старіння (ТС) людини. При цьому важливою проблемою є розробка кількісних методів та інформаційних засобів діагностики ТС.

Кількісна оцінка ТС організму людини можлива за рахунок порівняння значень функціонального (біологічного) та календарного віку за біомаркерами (БМ) старіння. БМ старіння є будь-які показники, що значно знижуються з віком, мають малий індивідуальний розкид і відображають вікову фізіологію, характеристики постаріння найважливіших органів і систем, фізичну та розумову працездатність, межі адаптації та функціональні резерви, вікову хронічну патологію, самооцінку стану здоров'я та загального стану [2]. Такий широкий спектр різнорідних показників вимагає їхньої консолідації та агрегування, що в сучасному світі неможливо виконати без залучення інформаційних технологій та засобів автоматизованого аналізу даних.

Найбільша когорта існуючих інформаційних технологій, які дозволяють безпосередньо чи опосередковано визначати ТС, являють собою технології, що орієнтовані на вироблення стратегії корекції найбільш ймовірних або вже несприятливих змін здоров'я з урахуванням діапазону можливих змін активності функціональних систем організму, які забезпечуються його активаційними механізмами. Математичне та алгоритмічне забезпечення таких технологій складають методи скорочення розмірності простору ознак, методи відновлення залежностей та методи синтезу інтегральних показників [3]. Крім того, на сьогоднішній день істотного значення у визначенні темпів старіння набувають інформаційні технології персоніфікованого моніторингу стану людини. Такі технології, побудовані за єдиною прозорою схемою,

мають універсальну форму введення даних, виведення та оцінки результатів та ведення баз даних, зручної для практичних цілей та збереження можливості адаптації до індивідуальних особливостей пацієнтів та конкретних завдань кінцевих користувачів. Так, колективом авторів [4] розроблено комплекс прикладних програм, в основі яких лежить інформаційна технологія визначення біологічного віку та парціального віку найважливіших функціональних систем та організму в цілому з урахуванням ряду вік-залежних біохімічних та фізіологічних показників. Математичне забезпечення, закладене в технологію, базується на математичній теорії нечітких множин та нечіткої логіки, враховує нелінійний характер вікової динаміки окремих біомаркерів, отриманих за даними референтної популяції групи умовно здорових людей.

Однак, у переважній більшості, подібні технології не доведені до рівня інтеграції в сучасну медицину, а технічні засоби та програмне забезпечення не верифіковані та у багатьох випадках не забезпечують адекватного вирішення поставлених завдань [5].

Таким чином, результати аналізу існуючих інформаційних технологій визначення темпів старіння свідчать про те, що їхнє математичне та алгоритмічне забезпечення потребують удосконалення. Пріоритети такого вдосконалення пов'язуються насамперед із впровадженням досягнень Індустрії 4.0 та концепції застосування кіберфізичних систем. Перспективні інформаційні технології визначення темпів старіння повинні забезпечити вирішення завдань антивікової медицини з максимально повним застосуванням досягнень науково-технічного прогресу, таких як: відкриті медичні репозитарії та банки даних із доступною для аналізу інформації про стан людини; за рахунок реалізації мініатюрних (у тому числі безконтактних) датчиків і джерел енергії, а також мініатюрних високопродуктивних процесорів; отримання нових знань про механізми старіння за рахунок застосування досягнень генної інженерії. За рахунок цього буде забезпечено прогрес у розвитку потенційних та адаптаційних можливостей організму людини та збільшено тривалість його активного життя за допомогою спрямованого пацієнт-асоційованого впливу, що є пріоритетом профілактичної медицини.

Перелік посилань:

1. Decade of healthy ageing. WHO. - Access mode: https://www.who.int/docs/default-source/documents/decade-of-health-ageing/decade-ageing-proposal-ru.pdf. - (Appeal date: 10.09.21).

2. Крутько В. Н., Донцов В. И., Захарьящева О. В., Кузнецов И. А., Мамиконова О. А., Пырву В. В., Смирнова Т. М., Соколова Л. А. Биологический возраст как показатель уровня здоровья, старения и экологического благополучия человека. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2014. 48(3). С. 12-19.

3. Bogomolov A. V., Gridin L. A., Kukushkin Yu. A., Ushakov I. B. Diagnostics of the human condition: mathematical approaches. Moscow: Medicine, 2003. 464 p.

4. Донцов В. И., Крутько В. Н., Мамиконова О. А., Потемкина Н. С., Пырву В. В., Розенблит С. И. Компьютерные системы в диагностике старения: оценка биологического возраста, рациона питания, физических и психических резервов. *Труды ИСА РАН*. 2016. Т. 66, 2/2016. С. 44-53.

5. Богомолов А. В. Информационные технологии цифровой адаптационной медицины. *Информатика и автоматизация*. 2021, Т. 5, Вып. 20, С. 1154– 1182.

УДК 321.01:14

ІТ-ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ЛЮДСЬКИМ ЧИННИКОМ

О. Ф. Протасенко, Г. В. Мигаль

[1]Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,

[2]Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,

61166, Харків, проспект Науки, 9-а, кафедри природоохоронних технологій, екології та БЖД,

e-mail: olha.protasenko@hneu.net

61070, Харків, вул. Чкалова, 17, кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури,

e-mail: g.mygal@khai.edu

It is shown that the reliability and safety of any man-machine system are directly related to the human factor. This fact necessitates the search for a new approach to the issue of human security in different operating conditions. A perspective solution is the use of IT technologies in human factor management. It is rationalised that the introduction of information systems for the prevention and control of processes related to security requirements, allows identifying risks and building analytical strategies to prevent them.

Вступ. На сьогодні безперечним є той факт, що надійність і безпечність будь-якої людино-машинної системи напряму пов'язані з людським чинником. Цей факт обумовлює потребу у пошуках нового підходу до питання забезпечення безпеки людини у різних умовах діяльності. Базовим принципом такого підходу мають стати комплексні дослідження, що включають оцінювання інженерно-технічних, соціальних, інформаційних, психологічних і психофізіологічних показників діяльності працівника [1, 2], що дозволить зробити системне визначення ролі людського чинника у питаннях безпеки та завдяки цьому визначити шляхи її підвищення. При цьому важливою складовою управління людським чинником є можливість швидкого одержання та обробки інформації про перебіг діяльності людини, що необхідно для своєчасного прийняття рішень про коригуючі дії з метою недопущення або зниження ймовірності виникнення аварійних ситуацій через людський чинник. І у цьому випадку найкращим рішенням є застосування ІТ-технологій.

Мета роботи – пошук шляхів управління людським чинником з метою підвищення безпеки діяльності людини через впровадження у цей процес ІТ-технологій.

Основна частина. Відправною точкою у питанні управління людським чинником має стати законодавчо-нормативна база, оскільки ефективна практична реалізація будь-яких положень можлива лише за наявності механізмів правової підтримки. Розглянемо нормативні положення, що мають відношення до проблеми людського чинника і її вирішення і діють на сьогодні в Україні. З березня 2018 року працює стандарт ISO 45001 (Health & Safety) «Система менеджменту охорони здоров'я й безпеки праці». Ця система є узагальненням і доповненням існуючих стандартів ISO серій 9001 (Quality), 31000 (Risk management), 14001 (Environment), та оновленням стандарту OHSAS 18001:2007. Згідно мети впровадження стандарту, підприємства потребують досягнення стійкої результативності в області професійного здоров'я і безпеки, а також демонстрації акціонерам, співробітникам, клієнтам та іншим зацікавленим сторонам своєї здатності управляти ризиками і підвищувати результативність своєї діяльності, продукції та послуг [3]. Стандарт ISO 45001:2018 позиціонується як ключовий для будь-якої організації, залученої до забезпечення безпеки на робочому місці. Він є інструментом для поліпшення загального стану здоров'я персоналу і підвищення рівня безпеки в організаціях. Інфографіка, наведена на Інтернет-ресурсі ISO, показує безпосередній зв'язок безпеки з ефективністю управління людським чинником [3].

Наступний етап роботи – виділення технологій, що мають найефективніші результати в управлінні людським чинником. До таких технологій можна віднести [1, 4]: 1) ергономіку (використовує узагальнені технології контролю стану здоров'я працівників: професійний відбір, регулювання режимів праці і відпочинку, медичний контроль тощо); 2) інформаційні технології (застосовує системи інформаційної допомоги і підтримки працівника); 3) когнітивні технології (створюють базу для безперервного навчання й оновлення знань працівника).

З позицій ергономіки найбільш перспективним напрямком у питанні управління людським чинником є використання досягнень нейроергономіки і нейробіології, а також когнітивної ергономіки. Наприклад, концепція «Vision Zero» – міжнародна настанова, яку сьогодні успішно впроваджено у багатьох країнах світу. Концепція містить основні принципи виробництва з нульовим травматизмом і безпечними умовами праці і стосується трьох основних сфер застосування: безпека праці, здоров'я (гігієна праці) і добробут працівників. Основна мета концепції – не покарання людини за допущені помилки, а коригування її поведінки, формування і розвиток у неї принципів безпечної поведінки. Таким чином, через когнітивні процеси відбувається поступове підвищення рівня безпеки працівників, і водночас здійснюється управління людським чинником.

Зараз людство переживає четверту промислову революцію. У її основі автоматизація, штучний інтелект, біотехнології, інтернет речей тощо. Найбільш затребуваними інформаційними технологіями у питаннях створення безпечних умов діяльності є забезпечення доступу до важливої інформації; застосування інтелектуальних систем попередження та оповіщення; безперервне дистанційне навчання. Впровадження інформаційних інтелектуальних систем для профілактики і контролю процесів, пов'язаних з вимогами безпеки та охорони навколишнього середовища, дозволяє виявляти ризики та будувати аналітичні стратегії їх запобігання [5]. Сучасні інформаційні системи оповіщення дозволяють спостерігати за дотриманням правил, що значною мірою знижує ризик травматизму на виробництві.

Висновки. На сьогодні найбільш ефективні дії з управління людським чинником можливі на перетині ергономічних, інформаційних і когнітивних технологій, коли поєднують традиційні підходи до управління людським чинником (ергономічні методи) з сучасними досягненнями (інформаційні і когнітивні технології). Це обґрунтовано тим, що сучасні технології та обладнання самі по собі не гарантують безпеки людині, а навіть інколи і навпаки – обладнання з високим рівнем забезпечення безпеки викликає у

працівника помилкове відчуття захищеності, що підвищує ризик, якщо не враховувати особливості природи людського чинника. Тобто важливим є не просто застосування ІТ-технологій для одержання і обробки інформації, а також прийняття рішень щодо забезпечення безпеки людини, але й оптимальна інтеграція цих технологій у діяльність людини.

Також суттєвим аспектом при розробці і впровадження інструментів ІТ-технологій у питання управління людським чинником має стати акцент на персоналізації підходу до людини, що приймає рішення, необхідності урахуванням її властивостей, підборі індивідуальних засобів формування культури безпечної поведінки під час трудової діяльності. Такий підхід створює умови для оптимізації процесу управління людським чинником.

Перелік посилань:

1. Мигаль Г. В., Мигаль В. П. Полідисциплінарний підхід до інженерії людського чинника. *Комунальне господарство міст*. 2020. Том 3. Вип. 156. С. 149-157.

2. Мигаль Г. В., Протасенко О. Ф. Інженерія людського чинника в сучасній освіті. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2019. Том 30 (69). № 6. С. 1-6.

3. Стандарты ISO. URL: https://www.iso.org/ru/popular-standards.html (дата звернення: 21.02.2020).

4. Wilson John R. Fundamentals of systems ergonomics/human factors. *Applied Ergonomics.* 2014. Vol. 45. Is. 1. P. 5-13.

5. Alberdi A., Aztiria A., Basarab A., Cook D. J. Using smart offices to predict occupational stress. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 2018. Vol. 67. P. 13-26.

УДК 004.91

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ НАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ

К. Ю. Черниш, О. К. Білошицька

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

E-mail: ksencher2099@gmail.com, тел. (050) 970-73-01

This work is devoted to the introduction of automated electronic document management systems, which is implemented through the development of software for the formation of medical documents of primary care physicians. The introduction of process automation will facilitate the work and increase the productivity of primary care physicians, simplify the process of creating, maintaining medical records and recording patient data, without reducing the quality of medical services.

Вступ. Необхідність дослідження обраного напрямку пов’язана із збільшенням попиту медичних установ на впровадження автоматизованих систем електронного формування та ведення документації.

Актуальність. Застосування програмного забезпечення для формування медичних документів сприятиме оптимізації роботи та зменшенню адміністративного навантаження лікарів, спростити процеси створення, ведення медичної документації та фіксації даних пацієнтів, не знижуючи при цьому якість надання медичних послуг.

Метою дослідження є підвищення доступності та якості надання медичної допомоги за рахунок автоматизації адміністративних процесів роботи лікаря первинної ланки.

Основні *задачі* дослідження:

– дослідити процеси формування медичних документів закладів охорони здоров’я первинної ланки надання медичної допомоги;

– визначення та описання основних процесів діяльності лікаря первинної ланки надання медичної допомоги, які потребують автоматизації;

– підбір оптимальної методології для проведення проєктування автоматизованих бізнес-процесів лікаря первинної ланки;

– виконати проектування блок-схем автоматизованих процесів формування документації;

– сформувати функціональні вимоги для формування медичної документації.

Основна частина. Лікар первинної ланки має дуже багато обов’язків, які потребують залучення великої кількості часу. Здебільшого до таких процесів можна віднести ведення документообігу (статистичні

та звітні форми медичної документації) і документальна фіксація проведеного прийому [1]. Тому, ключовим бізнес-процесом проектування блок-схем для створення автоматизованої системи роботи лікаря первинної ланки є його взаємодія лікаря з медичною документацією.

При розробці медичної інформаційної системи або окремого програмного застосунку необхідно враховувати, що її реалізація націлена на задоволення потреб бізнесу, а, отже, вона має враховувати можливості майбутніх модифікацій, недороговартісне створення та подальше обслуговування [2]. Існує велика кількість різних моделей розробки програмних засобів, але до фундаментальних відносять каскадну та спіральну моделі.

Моделювання бізнес-процесів – це один із методів ідентифікації вимог розробки, який полягає у створенні моделей автоматизованих процесів, встановленні відношень діючих об'єктів та організації інформаційних потоків. Проведення моделювання процесів діяльності лікаря первинної ланки дозволяє розробити систему для якісного проєктування програмного засобу, що забезпечує зменшення кількості помилок, що виникають при створенні медичної інформаційної системи.

Актуальним методом візуалізації автоматизованих бізнес-процесів є представлення інформації за допомогою різноманітних методологій проектування у вигляді аналітичних блок-схем і графіків. Вибір методології моделювання має базуватися на можливості максимального відображення поставлених задач і функціях діяльності, що проєктується. Бізнес-процеси створюються для різних рівнів деталізації –¬ від загального розуміння системи до максимально детального. Закінчена модель зазвичай представляє собою різноплановий процес, що може бути розглянутий під декількома ракурсами, які відповідають за виконання різних цілей. Тому мета створення, а також формування цілей для розробки автоматизованих процесів діяльності, мають бути чіткими й зрозумілими, з конкретно сформованими вимогами до вибору певної методології проектування.

Для оптимізації процесів діяльності лікаря у даній роботі пропонується розробити автоматизовану систему із формування електронного документообігу, на прикладі формування виписки із медичної карти амбулаторного (стаціонарного) хворого (медична форма (МФ) №027/о). Для формування виписки використовуються записи із медичних документів (залежно від віку пацієнта) – МФ №025/о «Медична карта амбулаторного хворого» (для осіб старше 18 років) або МФ №112/о «Історія розвитку дитини» (для осіб, що не досягли повноліття), та/або МФ №003/о «Медична карта стаціонарного хворого», яка введеться лікарем стаціонарного відділення [3].

Для практичного дослідження оптимальності методологій було проведено автоматизація процесу заповнення медичної форми №027/о за стандартами методологій IDEF0, BPMN та UML activity diagram. Для створення програмного застосунку було обрано UML activity diagram для подальшого проєктування ключових бізнес-процесів діяльності лікаря первинної ланки. Вибір був зосереджений на UML через ряд переваг, але основним є те, що дана методологія є об'єктно-орієнтованою і простою для читання. Розроблені автоматизовані процеси взаємодії лікаря первинної ланки з медичними документами, що взаємопов'язані із формуванням виписки із медичної карти амбулаторного (стаціонарного) хворого.

Для розробки програного застосунку, який призначений для автоматичного формування медичних довідок (на основі МФ №027/о), із можливістю подальшої передачі через електроні системи або у вигляді паперового носія, використовувалися:

1. Спіральна модель розробки програмного забезпечення;
2. Блок-схеми, що створені у нотації UML Activity Diagram (визначено за допомогою порівняльного аналізу, що дана методологія проектування є найбільш оптимальною для відображення автоматизованих процесів заповнення медичних документів);
3. Об'єктно-орієнтована мови програмування із С-подібним синтаксом – C#;
4. СУБД SQLite.

Висновки. Процес роботи лікаря з документами був оптимізований за допомогою впровадження автоматизованих систем. У роботі було реалізовано програмне забезпечення, яке спрямоване на автоматизоване формування документа. Ідентифікація ключового завдання автоматизації дозволила визначити, що для проєктування бізнес-процесів в медицині найкраще застосувати методологію UML, а саме різновид activity diagram. Розроблений програмний застосунок може бути інтегрований у стаціонарні медичні інформаційні системи.

Перелік посилань:

1. Первинна медична допомога [Електронний ресурс] // ezdorovya. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://ehealth.gov.ua/pervynna-medychna-dopomoga/.

2. Степанов Д. Ю. Анализ, проектирование и разработка корпоративных ИС: уровень бизнес-процессов / Д. Ю. Степанов. – Москва: МИРЭА, 2017. – 41 с.

3. Хобзей М. К. Інструкція щодо заповнення форми первинної облікової документації № 025/о “МКАХ” [Електронний ресурс] / М. К. Хобзей // Міністерство охорони здоров’я України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0669-12#Text.

УДК 004.05

МЕДИЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ З РЕАЛІЗАЦІЄЮ МЕХАНІЗМУ РЕІМБУРСАЦІЇ В УКРАЇНІ

М. О. Шаріпов
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: standoe.mail@gmail.com

This work is devoted to modern developments in the field of medical information systems, which help to implement the reimbursement mechanism.

Актуальність теоретичного обґрунтування медичних інформаційних систем, як об'єкта оцінки пояснюється тим, що це технологічна система, яка робить процес обміну захищеною медичною інформацією між організаціями та постачальниками дійсно безпроблемним. Крім того, завдяки цій системі пацієнти можуть отримувати безперешкодне і скоординоване лікування від медичних працівників. Зокрема, пацієнти, чиї діагнози потребують міжспеціалізованої координації лікування та суттєвого управління медичною інформацією, отримують від нього максимальну вигоду. І, перш за все, це покращує надання медичної допомоги та результати лікування пацієнтів. Тобто, вони забезпечують підвищення якості медичних послуг, в том числі механізму реімбурсації, і збереження здоров’я людей. Метою дослідження є оцінка ефективності сучасних систем. Задачею дослідження було розглянути деякі із існуючих медичних інформаційних систем, котрі беруть участь у реалізації механізму реімбурсації в Україні.

Медична інформаційна система – це комп'ютерна система, яка отримує дані, які зазвичай записуються про пацієнтів, створює і підтримує на основі цих даних комп'ютеризовану медичну карту для кожного пацієнта і надає дані для наступних цілей: догляд за пацієнтами, адміністративне та ділове управління, моніторинг та оцінка медичних послуг, епідеміологічні та клінічні дослідження і планування ресурсів медичної допомоги. Отже, основне призначення МІС – це автоматизація праці медперсоналу, підвищення якості обслуговування і зниження впливу людського фактору [1].

Для даного дослідження було обрано дві МІС: «МедІнфоСервіс» та «EMCImed+».

Як зазначено на офіційному сайті даної медичної інформаційної системи: «МедІнфоСервіс» – програмний продукт, який охоплює автоматизацію лікувальних процесів амбулаторно-поліклінічних та стаціонарних лікувальних закладів, акредитований МОЗ та підключений до електронної системи охорони здоров’я «E-Health» [2].

Переваги такої системи наступні:

– інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
– швидкість реагування технічної підтримки;
– відеоінструкції по використанню, які оновлюються зі змінною або доповненням існуючих функцій;
– своєчасні оновлення програмного забезпечення;
– широкий перелік форм для звітування;
– вкладені довідники;
– не потребує значних витрат для встановлення та експлуатації.

Взаємодія з електронною системою охорони здоров’я дозволяє лікарям створювати декларації з пацієнтами, реєструвати електронні рецепти за програмою реімбурсації «Доступні ліки», виписувати та погашати електронні направлення та вносити електронні медичні записи, використовуючи функцію імпорту даних з амбулаторної картки пацієнта.

«EMCImed+» – це підключена до eHealth України медична інформаційна система, яка використовується медзакладами, приватними клініками та лабораторіями. Це модульна система, яку можна налаштувати під потреби конкретного замовника.

Переваги системи:

– великий перелік модулів, можливість вибору необхідних;
– офіційно затверджена і рекомендована до використання МОЗ України;
– містить весь необхідний функціонал для роботи з електронною системою охорони здоров'я;
– цілодобовий доступ до системи з будь-якого пристрою;
– висококваліфікована технічна підтримка;
– онлайн навчання;
– захист інформації.

Медзаклади мають змогу укласти догорів з НСЗУ, виписувати електронні рецепти згідно з програмою реімбурсації «Доступні ліки» та до відповідних спеціалістів, підписувати декларації з пацієнтами, вести електронний документообіг [3].

Отже, медичні інформаційні системи з реалізацією механізму реімбурсації в Україні покращують контроль витрат, підвищують своєчасність і точність інформації про догляд за пацієнтами і адміністрування, збільшують можливості обслуговування, знижують витрати на персонал і рівень запасів, а також підвищують якість обслуговування пацієнтів. Дають змогу виписувати та погашати електронні рецепти за програмою реімбурсації «Доступні ліки», реєструвати медзаклади для подальшого заключення договорю з НСЗУ про реімбурсацію.

Перелік посилань:

1. What Is Health Information System (HIS) & Its Importance?: веб-сайт. URL: https:// mobisoftinfotech.com/resources/blog/importance-of-health-information-system/ (дата звернення: 10.10.2021).
2. MIC МЕДІНФОСЕРВІС: веб-сайт. URL: https://www.infomed.ck.ua/ (дата звернення: 10.10.2021).
3. MIC EMCImed+ надає безкоштовний функціонал для роботи з eHealth : веб-сайт. URL: https://galka.if.ua/mis-emcimed-nadaie-bezkoshtovniy-funkcional-d/ (дата звернення: 10.10.2021).

УДК 004.93

БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ В ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

О. В. Шерберг, А. В. Соломін
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна,
E-mail: skipfromua@gmail.com, andr-sol@i.ua

The paper substantiates the expediency of using blockchain technology in medical document management, mainly for the system of electronic medical records of patients. The scheme of functioning of such service, ways of designing of the corresponding database and structure of the class providing interaction of chain blocks are offered.

Вступ. Блокчейн технології демонструють свої переваги у безлічі напрямів життєдіяльності від фінансової сфери до різних кадастрів та корпоративної взаємодії, в банківській сфері, державному управлінні, юриспруденції, тощо. Актуальним стало використати ці переваги і у медичній галузі, а саме в процесі діджиталізації системи охорони здоров'я, в першу чергу для створення захищеної системи електронних медичних карток.

Метою роботи є розробка концепції застосування блокчейн технологій для удосконалення захищеного медичного документообігу.

Основна частина. Вимоги до захищеності зберігання інформації в системі охорони здоров'я поряд з традиційними включають специфічні елементи. Це пов'язано з персоніфікацією медичної інформації, надійністю зберігання на протязі десятків років, розділенням прав доступу. Вносити інформацію в медичні картки повинні мати право лише лікарі, а знайомитись з інформацією – і лікарі, і пацієнти (лише зі своїми картками). Причому навіть лікарі не повинні мати право виправляти якісь раніше зроблені записи, можливо, іншими лікарями. Саме такими перевагами володіють технології блокчейн. Сутність пропозиції згідно цієї технології полягає в наступному. Медичну картку пропонується представляти, як ланцюг блоків. Кожен блок містить три основні елементи: інформаційні дані в блоці, 32-розрядне ціле число «nonce» (number that can only be used once) та хеш заголовка блоку. Nonce генерується випадковим чином при створенні блоку, який потім генерує хеш заголовка блоку з використанням nonce, хеш – 256-розрядне число, пов'язане з nonce, але з урахуванням інформації всіх попередніх блоків ланцюга.

Коли створюється новий блок ланцюга, nonce генерує криптографічний хеш. Дані в блоці вважаються підписаними і назавжди прив'язаними до nonce та hash. При вдалому додаванні нового блоку оновлюється (синхронізується) інформація у всіх клієнтів (вузлів), приєднаних до даного блокчейну, тобто одночасно існує багато копій такої бази даних, що забезпечує надійність зберігання.

У якості транзакцій виступатимуть внесені лікарем зміни до карти пацієнта, а при підтвердженні цих змін буде створюватись новий блок. Це забезпечує надійне зберігання даних. Транзакції може здійснювати тільки лікар, за допомогою власного ЕЦП. Безпосередньо пацієнт також може бути учасником цієї мережі, але тільки в якості спостерігача. Пацієнт у будь-який час зможе переглянути усі записи лікарів.

Висновки. В роботі запропоновано варіант проектування сервісу електронних медичних карток пацієнта на основі блокчейн технологій. Обґрунтована організація структури бази даних для пацієнта та алгоритм взаємодії блоків з використанням блокчейн. В цілому система являє собою список блокчейнів, де кожному пацієнту цієї системи відведено окремий ланцюжок блоків. Переваги запропонованої системи пов’язані з корисними властивостями технології блокчейн та дозволяють задовольнити вимоги персоніфікації медичної інформації, надійності тривалого зберігання, розділення прав доступу.

Перелік посилань:

1. Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*. 34(3), 2017. p.355–364.

2. Arvind Narayanan. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. // Joseph Bonneau, Edward Felten, Andrew Miller and Steven Goldfeder. Princeton University Press, 2016. 336p.

Architecting Modern Web Applications with ASP.NET Core and Microsoft Azure // Steve Smith, 2018. - URL: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/ (дата звернення: 10.10.2021).

3. Chris Dannen. Introducing Ethereum and Solidity: Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners // APRESS: New York, USA, 2017. 185 p.

Секція 2

ПРОБЛЕМИ ОТРИМАННЯ, ОБРОБКИ, АНАЛІЗУ, ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕДАЧІ І ЗАХИСТУ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ В МЕДИЦИНІ

UDC 004.621

DISTANCE READING FISHES IN THE WATER AREA BY COLORIMETRIC PARAMETERS RELATED TO PRODUCTIVITY AND DIVERSITY OF PHYTOBENTOS

A. Ya. Grigoriev [1], A. V. Levchenko [1], A. Ryabovol[1], O. V. Vysotska [2], V. I. Kalashnikova[2]
[1] Kharkiv State Biotechnological University,
[2] National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»
E-mail: v.kalashnikova @khai.edu

The results of the study of the effect of the appearance of baby fishes on the colorimetric parameters of corresponding areas of the bottom are presented. The impact of phytobenthos on the colorimetric parameters has been also studied. On account of the aims of the study, the colorimetric parameters with the following properties have been identified: Spearman correlations between which parameters enable to register fishes in the water area by remote and aerospace methods.

The state of the population and ichthyofauna in certain water areas can be important for food safety that, in turn, is an important aspect of national security. In addition, under extreme situations, the disappearance of fishes in the water area can point to a threat to biosafety of various types of water consumption. In this regard, in the context of pandemic and global climatic changes, the problem of expanding the number of remote methods for distance reading of fishes in the water area is up-to-date. This is about the methods allowing such reading on large areas, which can be hard-to-reach. The works [1, 2] reveal the potential of colorimetric parameters (CPs) of animals' coloration for their distance reading on the ground. It is about CPs associated with the adaptation of protective coloration of animals (PCA) to the distribution of phytopigments in the vegetation cover of the area. In this work, CPs of baby fishes forming PCA were studied. Specifically, CPs associated with the distribution of phytopigments in the plant community of the bottom (phytobenthos) in the places of formation of the fish population. It is about the CPs related to the productivity and diversity of phytobenthos. In the study, the CPs obtained by computer processing RGB components of digital images of phytobenthos were used. Image processing was performed with use of Matlab. It is about phytobenthos of areas of the river Mzha's bottom in the Merefa district of the Kharkiv region, Ukraine. Each digital picture was divided into segments, which, in turn, were divided into microsegments. For a set of microsegments of each segment, the CPs were calculated. These CPs reflect the photosynthetic productivity of phytobenthos (average of G/(R+G+B)) and the diversity of its phytopigments (standard deviation of R/G). These parameters, average and standard deviation, are calculated for each segment, so a set of microsegments was taken as a sample.

This work aims at finding systemic colorimetric parameters (SCPs), for which statistical significance of change can indicate the appearance of fishes in a certain segment of the bottom provided fishes were absent in this segment earlier.

Such SCPs were revealed in the study. The Spearman correlation between the average of parameter G/(R+G+B) and standard deviation of R/G for the set of segments of an area can be used as SCPs for tackling the stated problem.

The probability of an increase in the number of cases of the appearance of fishes in the area has increased. This number of statistically significant ($p < 0.05$) negative correlations between mean G/(R+G+B) and standard deviation R/G has increased from 2 to 7 out of 9. The Fisher Exact Test (FET) is statistically significant at the level $p < 0.05$.

This result offers the prospect for the development of distance reading of fishes in the water area using digital image processing. This is about a wide range of methods focused on the use of onboard equipment for digital photography and video recording. It can include, for example, obtaining and processing digital images and videos from spacecraft and light drones.

In addition, the results of the study shed light on some fundamental problems of biology regarding the protective coloration of fishes. This is about the problem of relations between productivity and diversity of biological systems. It can be concluded that results are quite grounded and have practical and theoretical significance.

References:

1. Bespalov Yu., Nosov K., Kabalyants P. Discrete dynamical model of mechanisms determining the relations of biodiversity and stability at different levels of organization of living matter. 2017. *bioRxiv* 161687; doi: https://doi.org/10.1101/161687.

2. Vysotska O., Balym Y., Georgiyants M., Pecherska A., Nosov K., Bespalov Y. Modeling of a procedure for unmasking the foxes during activities on the elimination of biosafety threats related to rabies. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5 (10-89). pp. 46-54.

UDC 004.9

AUTOMATIC DETERMINATION OF THE HEART'S ELECTRICAL AXIS IN CARDIOLOGICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

A. E. Filatova, M. Fahs
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
61002, Kharkiv, Kyrpychova street, 2, Computer Engineering and Programming Department,
E-mail: filatova@gmail.com

The work is devoted to solving the scientific and practical problem of automating the heart's electrical axis calculation to improve the quality of morphological analysis of biomedical signals in cardiological decision support systems. The method is based on determining the integral signal in the frontal plane from all limb leads, taking into account the lead angle in the hexaxial reference system. The proposed method for calculating the heart's electrical axis makes it possible not to carry out a preliminary morphological analysis of an electrocardiogram.

The most common way to diagnose the heart and cardiovascular system conditions is morphological analysis of an electrocardiogram (ECG) [1] with the following analysis of the amplitude-time parameters [2], as well as the shape of waves and complexes which are found [3]. In this case, an ECG is a biomedical signal (BMS) with locally concentrated features (LCF). The ECG interpretation algorithm consists of the following steps: determination of the heart rhythm; determining the source of the pacemaker; determination of an ECG voltage; determination of heart rate (HR; determination of the position of the heart's electrical axis; analysis of waves and intervals.

The heart's electrical axis (QRS axis) is the projection direction of the resulting electrical vector of ventricular excitation (reflects the QRS complex of an ECG) relative to the axis of standard lead I to the frontal plane which is expressed by the angle α between the axis itself and the positive (right) half of the axis of standard lead I, located horizontally. The angle α is considered positive if it is below the horizontal line, and negative if the angle is above it.

Determining the position of the heart's electrical axis is one of the key steps in the interpretation of an ECG. The ability to determine the heart's electrical axis can provide insight into the basic conditions of the disease and help identify a variety of possible diagnoses. In order to search for the heart's electrical axis, it is necessary to perform morphological analysis of ECGs, which, in turn, requires knowledge of the heart's electrical axis for the correct setting of the standard of QRS complexes. The purpose of the study is to automate the calculation of the heart's electrical axis to improve the quality of morphological analysis of ECGs in cardiological decision support systems, which in turn reduces the likelihood of medical mistakes.

Since the height of the waves in different leads depends on the direction of the heart's electrical axis, i.e. on the angle α, then the paper proposes to solve the inverse problem, i.e. calculate the position of the heart's electrical axis based on the change in the amplitudes in the standard leads from the limbs. With this approach, there is no need to find the amplitudes of the individual structural elements of an ECG, which means that there is no need to perform morphological analysis of each of the leads under consideration.

Number the main limb leads as follows: 1 – lead I, 2 – lead II, 3 – lead III, 4 – lead aVR, 5 – lead aVL, 6 – lead aVF. To calculate the integral signal for all leads from the limbs in the work, it is proposed to average the leads taking into account the lead angle in the hexaxial reference system, presenting each count by the following vector $\vec{S}_j = (S_{xj}, S_{yj})$:

$$\begin{cases} S_{xj} = \dfrac{1}{6}\sum\limits_{i=1}^{6} Slead_{ij}\cos(-\beta_i); \\ S_{yj} = \dfrac{1}{6}\sum\limits_{i=1}^{6} Slead_{ij}\sin(-\beta_i); \end{cases} \quad j = \overline{1, N} \qquad (1)$$

where $Slead_{ij}$ is the value of the *j*-th count of the *i*-th lead; $\vec{\beta} = (0^0, 60^0, 120^0, -150^0, -30^0, 90^0)$ is the values vector of the leads angles in the hexaxial reference system.

In (1) there is a minus sign in front of the angle β_i due to the fact that the positive angles lie in the lower half-plane in the hexaxial reference system. In graphical form (in polar coordinates), the integral ECG signal is a figure predominantly elongated along the axis the direction of which coincides with the heart's electrical axis.

The following algorithm is proposed for calculating the heart's electrical axis based on the integral signal:

1) Using cluster analysis, we divide all points $\vec{S}_j = (S_{xj}, S_{yj})$ into *K* clusters with centers $\vec{C}_k(x_{k0}, y_{k0})$, $k = \overline{1, K}$.

2) We find the center of mass of the cluster farthest from the reference point $\vec{C}(x_0, y_0) = \vec{C}_m(x_{m0}, y_{m0})$, where $m = \arg\max_k \left|\vec{C}_k\right|$.

3) The direction of the heart's electrical axis is the angle between the OX axis and the vector $\vec{C} = (x_0, y_0)$: $QRSaxis = -\text{arctg}\dfrac{y_0}{x_0}$. The minus sign allows matching the angles of the polar and hexaxial reference systems.

The paper developed the method for automatic determination of the heart's electrical axis based on the integral signal calculation for six standard ECG leads, which will improve the quality of morphological analysis of the ECGs in cardiological decision support systems and reduce the number of medical mistakes. The proposed method makes it possible to determine the heart's electrical axis without the need to search and analyze QRS complexes which makes it possible to correctly calculate the heart's electrical axis even for complex clinical cases.

The authors have developed software for the module of automatic determination of the heart's electrical axis in the Matlab language. To connect the developed module to the cardiological decision support system "TREDEX telephone", which operates as part of the medical diagnostic complex "TREDEX" (manufactured by "Company TREDEX" LLC, Kharkiv), the program was exported to DLL. In the work, the developed method was verified on real ECGs which were recorded using the 12-channel transtelephone digital electrocardiological complex "Telecard" that is part of the medical diagnostic complex "TREDEX", and transcribed by cardiologists of the communal non-profit enterprise of the Kharkiv Regional Council "Center for Emergency Medical aid and disaster medicine".

Comparison of the results of calculating the heart's electrical axis according to the electrocardiogram by the doctor and automatically using the proposed method showed that in the overwhelming majority of cases the decisions made coincide. At the same time, cardiologists make mistakes, and errors are made during automatic calculation using the proposed method. The paper explains the reasons for these mistakes and errors.

Further studies are aimed at improving the proposed method for of automatic determination of the heart's electrical axis in cardiological decision support systems in order to reduce decision-making errors and the use of calculated heart's electrical axis for morphological analysis of ECG based on matched morphological filtration.

References:

1. Karimipoura, A. & Homaeinezhad, M.R. Real-time electrocardiogram P-QRS-T detection-delineation algorithm based on quality-supported analysis of characteristic templates. *Computers in Biology and Medicine*. 2014: Vol. 52: 153–165. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2014.07.002.

2. Mattu, A, Tabas, J. A. & Brady, W. J. Electrocardiography in Emergency, Acute, and Critical Care. *Publ. American College of Emergency Physicians (ACEP)*; 2nd edition: 2019. 330 p.

3. Brady, W. J., Lipinski, M. J. et al. "Electrocardiogram in Clinical Medicine". Publisher: Wiley-Blackwell; 1st edition: 2020. 512 p.

UDC 616-003.218-008.817-056.7-053.2-037

DATA PROCESSING AND ANALYSIS PROBLEMS IN CLINICAL RESEARCH

V. A. Klymenko[1], N. M. Drobova[1], O. V. Piontkovska[2], T. O. Khalturina[2], O. V. Pasichnyk[2], S. S. Shelest[2], O. V. Vysotska[3], A. I. Pecherska[3]

[1] Kharkiv National Medical University,

[2] Municipal Nonprofit Enterprise «Regional Children's Clinical Hospital № 1» of the Kharkiv Regional Council

[3]National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Cystic fibrosis (CF) is a genetic disorder with lesions of the exocrine glands of vital organs and systems. Bronchopulmonary and liver lesions are ranked the first places in the death causes list in patients with CF. Mathematical models creation for objectification of the bronchiectasis and liver cirrhosis development prediction in children with CF should improve the quality and life expectancy of these patients.

Introduction. Cystic fibrosis (CF) is a genetic disorder with lesions of the exocrine glands of vital organs and systems. Bronchopulmonary and liver lesions are ranked the first places in the death causes list in patients with CF. Mathematical models creation for objectification of the bronchiectasis and liver cirrhosis development prediction in children with CF should improve the quality and life expectancy of these patients. Only an integrated approach is the key to a successful solution in any life area in today's world. Prophylaxis and prevention of serious diseases is the main goal of modern medicine and society as a whole. First of all, genetic diseases with a constantly progressing course require a careful approach to calculating the probability of irreversible pathological changes. A striking example is CF (a genetic disease with an autosomal recessive type of inheritance, which is caused by a mutation in the gene of the transmembrane regulator of CF with damage to the exocrine glands of vital organs and systems) [1-5]. Fibrotic changes prevention, especially in the lungs, liver and pancreas is the main medical goal and a positive prognosis for life expectancy of patients in this category. The mathematical approach with the maximum accuracy provides calculation of pathological condition probability, gives the chance to correct a necessary part of the disease pathogenesis in time. Therefore, the cooperation of scientists in the medical and technical fields provides a comprehensive approach to solving clinical problems.

Purpose. To improve medical care for patients with CF by treatment individualization according to the prediction of the respiratory and liver complications development.

Task. To create a mathematical models for predicting of the bronchiectasis and liver cirrhosis development in children with CF.

Materials and methods. Department of Propaedeutic of Pediatrics No 2 of Kharkiv National Medical University cooperates with the Department of Computer Radioelectronics and Biomedical Technologies of National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute on the topic of CF in children since 2015. Two mathematical models were created to predict the development of liver cirrhosis and bronchiectasis in children with CF due to this cooperation. The research was conducted in the Pulmonology department of the Municipal Nonprofit Enterprise "Regional Children's Clinical Hospital № 1" of the Kharkiv Regional Council. Clinical and paraclinical examinations of patient with CF were carried out according to the Order of Ministry of Healthcare of Ukraine of July,15 2016 No 723 and of January, 29 2013 No 59 “On approval of unified clinical protocols of medical care for children with diseases of the digestive system”. Mathematical processing of the results was carried out using the SPSS 23 package for Windows. The study was conducted with respect to human rights in accordance with the legislation in force in Ukraine, in compliance with international ethical requirements and didn’t violate ethical norms in science and standards for conducting biomedical research.

Results. Forty-two children were examined. Diagnosis of CF was based on clinical and paraclinical characteristics and confirmed by the results of pilocarpine test. The analysis of 112 clinical and paraclinical signs was conducted (age, complaints, anamnesis of disease and life, the laboratory and instrumental research results like as blood test, urinalysis, coprogram, spirogram, electrocardiography, computed tomography of the chest, ultrasound examination of the abdominal cavity, bacteriological examination of sputum, bronchial lavage fluid, immunological parameters, allergy testing data, etc.). All signs were coded and assigned to a 112-dimensional vector that takes into account the absence, presence, direction, and magnitude of each sign.

The logistic regression equation for the prediction of bronchiectasis development at children with CF was created:

$$P = [1+\exp(-(0{,}316\times X_1+0{,}083\times X_2+4{,}009\times X_3+6{,}778\times X_4-43{,}372))]^{-1},$$

where P – the risk factor for the bronchiectasis development in a child with CF;

X_1 – phagocytosis of latex (%);

X_2 – sweat chloride level (mmol/l);

X_3 – evaluation of liver parenchyma according to ultrasound examination (1- norm, 2 - increased liver echodensity at ultrasound examination, 3 – cirrhotic lesions of the liver parenchyma;

X_4 – S. aureus (in sputum) (1 – no, 2 - yes).

The P value is in the range from 0 to 1 and reflects the probability of the risk of bronchiectasis formation in a child with CF. If $P \geq 0.5$, it predicts a high risk of bronchiectasis formation, and if $P < 0.5$, it predicts a low risk of bronchiectasis formation.

The mathematical model testing for patients with CF from the Dnipro Region was carried out. Efficiency was 86.7 %.

The logistic regression equation, which determines the probability of developing liver cirrhosis in children with CF has following form:

$$P= [1+\exp(-(2{,}371\times X1+0{,}408\times X2-0{,}810\times X3+3{,}861\times X4-3{,}215\times X5-0{,}558))]^{-1},$$

where P – the risk factor for the liver cirrhosis development in a child with CF;

X1 – digestive system pathology (1 – no, 2 - yes);

X2 – CD3 (%);

X3 – CD4 (%);

X4 – bronchiectasis (1 – no, 2 - yes);

X5 – S. aureus (in sputum) (1 – no, 2 - yes).

The P value is in the range from 0 to 1 and reflects the probability of the risk of liver cirrhosis formation in a child with CF. If $P \geq 0.5$, it predicts a high risk of liver cirrhosis formation, and if $P < 0.5$, it predicts a low risk of liver cirrhosis formation.

The mathematical model testing for patients with CF from the Dnipro Region was carried out. Efficiency was 93.4 %.

Conclusion. Treatment algorithms personalization provides high positive results of the disease prognosis. Creating mathematical models to calculate the probability of the pathological condition developing allows to adjust the treatment algorithm of the patient in time.

References:

1. Dayasiri K, Hull J, Rao. SNICE guidance on diagnosis and management of cystic fibrosis. *Archives of Disease in Childhood - Education and Practice*. 2021; 106:31-34.

2. Toledano MB, Mukherjee SK, Howell J, et al. The emerging burden of liver disease in cystic fibrosis patients: a UK nationwide study. *PLoS One*. 2019; 14e0212779.

3. Southern KW, Barben J, Gartner S, et al. Inconclusive diagnosis after a positive newborn bloodspot screening result for cystic fibrosis; clarification of the harmonised international definition. *J Cyst Fibros*. 2019; 18: 778-780.

4. Miller AC, Comellas AP, Hornick DB, et al. Cystic fibrosis carriers are at increased risk for a wide range of cystic fibrosis-related conditions. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2020; 117: 1621-1627.

5. Hota P, Madan R. Cystic fibrosis from childhood to adulthood: what is new in imaging assessment? *Radiol Clin North Am*. 2020; 58: 475-486.

UDC 621.372.413

PLASMONIC METAMATERIALS WITH A LARGE GROUP DELAY TIME IN MICROWAVE REGION

Y. N. Savin

O. Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics of National Academy of Sciences of Ukraine,
12 Ac. Proskura St., Kharkiv, 61085, Ukraine

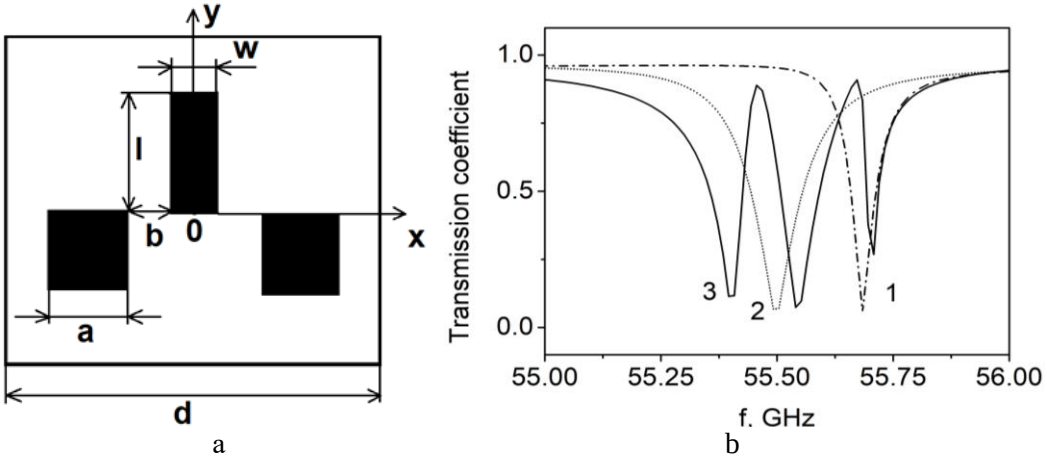
E-mail: yuriy-n-s@i.ua

The paper is devoted to the study of plasmon induced transparency (PIT) and slow light effects in the new constructed plasmonic metamaterial. By the numerical modelling of finite difference time domain (FDTD) method it is demonstrated the dual mode PIT effect on the fundamental lattice mode can take place

at the determined topology and geometry parameters of microresonance structures. The correlation between the structure parameters of a metamaterial unit cell, transparency coefficients, and group delay time have been established. The constructed plasmonic metamaterial shows large values of the group delay time and delay bandwidth product.

The sensors based on metamaterials as an information technology element can be used in biomedical research and industrial applications. At present the great attention are attracted to different electromagnetic metamaterial structures liked to the quantum-mechanical electromagnetically induced transparency (EIT) spectral effect. This property is a key to achieving a significant group velocity reduction in propagating electromagnetic wave and it can be used in various optical devices including ultrafast switches, modulators, slow light and optical data storage devices. Owing to the strong spectral response of the array of subwavelength metallic microresonators (metaatoms) a plasmon induced transparency (PIT- effect) can be excited [1]. Since a metamaterials are periodic structures, the surface diffracted lattice modes are induced here, when electromagnetic waves transmit over such structures. The PIT-effect on the lattice modes can induce a multispectral transparency of transition spectra, high equality factor (Q-factor) of resonance bands and sharp frequency dispersion in small frequency range can exist, owing to this the high time group delay and slow electromagnetic wave transmitted over metamaterials.

By the numerical modeling in this work we have constructed the metamaterial which demonstrate dual-mode PIT-effect on the fundamental (*0,1*) diffracted lattice mode and studied the resonance response and group delay time effect in microwave region of spectra. The variation of the transmission transparency, frequency, and bandwidths in the PIT windows can be carried out by the manipulating the lattice period parameter and the geometrical size of microresonators in the cut wire form (CWR). The structure modelling, simulation of the transmission spectra and of near field profile in the metamaterial unit cells were carried out using the software package (CST Microwave Studio). By the numerical method the transmission spectra of square unit cells with CWR_0, CWR_1 and CWR_2 metaatoms were studied (Fig.1).



a b

Fig.1 The structure of triatomic unit cell:
a – square side (variable); *b*=1 mm; *d*- unit cell variable period (a). The transition coefficients spectra of the metamolecula (b) with one CWR_0 atoms only (1); CWR_1 and CWR_2 atoms (2); CWR_0, CWR_1, and CWR_2 spectra of triatomic metamolecula (3)

The most important characteristic of the PIT-effect is the slow wave propagation, which is represented by the group delay time t_{gr} of the propagating wave passing through the metamaterial medium [2]. Owing to near field coupling between ground lattice mode and trapped localized plasmonic mode in unit cell a large changing of transmission coefficient in the narrow lattice mode frequency region can take place which induce the stronger phase frequency dispersion in the vicinity of the lattice mode transparency windows. As a result, large group time delay and the large group refractor index as well can be obtained.

We have calculated the group delay values for two transparency windows. The results in Table 1 show the corresponding group delays time for the triatomic metamolecule in the unit cell with

various *d*. The group delay time dependences on (*0,1*) lattice mode frequency is principal various for low frequency and high frequency transparency windows. The group delays time for the triatomic meta-molecule in low frequency (1) and high frequency (2) transparency windows for unit cell with various *d*.

Table 1. – Correlation of unit cell geometrical parameters with transparency windows and slow electromagnetic wave parameters.

d, mm	*a*, mm	f_{w1}, GHz	T_{w1}, %	t_{gr1}, ns	DBP_1	f_{w2}, GHz	T_2, %	t_{gr2}, ns	DBP_2
4.88	0.94	56.82	93	1,17	0.15	56.9	63	17.41	0.23
4.95	1.05	56.03	90	3.3	0.31	56.17	85	9.85	0.55
5.0	1.12	55.46	89	4.47	0.39	55.67	90	6.51	0.74
5.1	1.23	54.31	88	5.09	0.56	54.69	93	5.65	1.12
5.2	1.35	53.26	85	6.37	0,77	53.78	94	5.11	1.44
5.25	1.4	52.78	83	6.52	0.86	53.34	94	4.89	1.51
5.35	1.46	52.54	82	7.46	0.9	53.12	94	4.87	1.56

Notes: f_{w1}, f_{w2} are transparency peak frequencies, T_{w1}, T_{w2} are the transparency peaks, t_{gr1}, t_{gr2} are group time delays for two transparency windows.

The group delays time of electromagnetic wave passing over metamaterial is highly distinguishable in the low and high transporency windows. According to Table 1 data we can conclude that in the lattice mode frequency range near 55 GHz, t_{gr1} is reduced nearly linearly with *d* for low frequency window. In the same time t_{gr2} is increased with *d* near exponential for high frequency window and the maximum of t_{gr2} =17 ns exist at d=4.88 mm. These properties indicate that a microwave waves with a frequency located in the transparency window will be significantly slowed down while the wave propagation through the constructed unit cell with the triatomic metamolecules.

For a slow light device the delay-bandwidth product (DBP) parameter is a figure of merit (FOM-factor) [3] which is $DBP_i = t_{gri}\,\Delta f_{tri}$, where Δf_{tri} (i=1,2) are the transparency width on 0.7 level transparency in comparison with transparency maximum for low frequency (i=1) or high frequency (i=2) windows. DBP is a good measure of the capacity of a delay line. It also gives an estimate on the number of pulses that can be contained within a given medium.

Table 1 data show that DBP both the low frequency and high frequency transparency windows are increased near linearly with lattice parameters, but the change rate with *d* and the maximum value of DBP are more in the first transparency window.

The designed multiband PIT metamaterial has the much larger DBP values than the introduced largest DBP values in the literature in microwave and terahertz regions. In particular, DBP values are 0.39 and the maximum t_{gr}=1.92 ns [3] and DBP=0.45 and t_{gr}=0.27 ns [4] for frequency is ~6 GHz, DBP is 0.15 and t_{gr}=1.58 ps for frequency is ~1 THz.

The results clearly indicate a strong slow of electromagnetic wave in microwave region of the proposed metamolecular configuration. The slow light effect can be control in wide region by the structural parameters of the unit cell.

In conclusion, we have demonstrated the dual mode PIT effect on the fundamental (*0,1*) lattice mode can take place at the determined topology and geometry parameters of microresonance structures. The correlation between the structure parameters of the metamaterial unit cell, the transmission coefficients and group delay time are established. The constructed plasmonic metamaterial shows large values of the group delay time and delay bandwidth product.

References:

1. M. Fleischhauer, A. Imamoglu, and J. P. Marangos, *Rev. Mod. Phys*. 77, 633 (2005).
2. V. G. Kravets, F. Schedin, and A. N. Grigorenko, *Phys. Rev. Lett*. 101, 087403 (2008).
3. F. Bagcia and B. Akaoglu. Journal of Applied Physics 123, 173101 (2018).
4. H. Li, S. Liu at el, Applied Physics Letters 106, 114101 (2015).

UDC 004.621

AN ANALYSIS OF CORRELATION PLACES OF COLORATION PARAMETERS IF NEOGALE VISON IN THE METHOD OF ITS DEMASKING

V. Vyshnyakov[1], T. Klochko [2], O. Vysotska [2], I. Hnoievyi [3], E. Sidorchuk [3]
[1] National Space Management and Testing Center,
[2] National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,
[3] Kharkiv State Biotechnological University
E-mail: t.klochko@khai.edu

We present the results of the study of the impact of the presence of individuals of the American mink (Neogale vison) on the colorimetric parameters of the area. The method of correlation pleiades was used in the investigation. In the study, the colorimetric parameters, correlations between which makes it possible to unmask and remotely detect these animals, real and potential carriers of dangerous coronavirus infections, have been identified.

In conditions of the COVID-19 pandemic, that develops against a background of global climate changes, it is of importance to control the spread of animals, which are real and potential carriers of this infection. Among these animals, biological species manifesting the ability to rapidly expand their range require special attention. The American mink (*Neogale vison*), in particular, belong to such a species. It was brought to the USSR in 1933. Nowadays, less than a century later, its range occupies a significant part of the wide ex-USSR territory. This territory includes many hard-to-reach areas. To control the spread of *Neogale vison* in this new habitat, modern, high-tech, and enhanced remote (aerospace) methods are required. Such methods encounter the problems caused by the protective coloration of the animals (PCA).

This work aims at elaborating approaches to tackle these problems using the analysis of the structure of relationships of *Neogale vison*'s colorimetric parameters (CPs). This is about CPs, reflecting the composition of plant background pigments in the habitats of the American mink. The method of correlation pleiads [1] developed by Terentiev was used for the mathematical analysis of the subject. The works [2-4] show the ability to study the adaptation strategies of PCA using CPs obtained by computer processing of RGB components of digital images. In this work, the material of free-access digital images of *Neogale vison* and plant communities of its habitats were used. The digital images were divided into segments; each segment, in turn, was divided into micro-segments. For microsegments of each segment, the CPs related to PCA and the plant background with productivity, stability, and diversity of the phytocenosis were determined. Image processing was performed with use of Matlab. For such CPs, correlational pleiades were calculated for parameters of the *Neogale vison* and the plant background's PCA.

By comparing these pleiades, a statistically significant difference of the Spearman correlation was revealed between the average and standard deviation of R/G calculated for microsegments of each segment. In the correlation pleiad calculated for the *Neogale vison*'s PCA, this correlation is positive and statistically significant ($p<0.05$). Correlation for the plant background is negative and statistically insignificant ($p>0.05$). This result is quite consistent with the hypothesis presented in [3] from the theoretical biology, according to which the diversity of PCA should be higher for biological species actively expanding their range. It was noted above that the *Neogale vison* can be classified as such a species. The *Neogale vison* plays the role of a natural reservoir of the causative agent of dangerous coronavirus infections, and this is the applied aspect of this result. This role of the American mink requires the development of procedures for its unmasking on the ground for technologies of remote (aerospace) sensing of the state of the population and dynamics of the range of this biological species. The results obtained in the study provide some additional abilities for the development of such methods with the help of image processing. The theoretical and practical significance follows from the results of the work.

References:

1. Terentyev P. V. Further development of the method of correlation pleiades. *Applying mathematical methods in biology.* 1960, L. 1: 27-36.

2. Vysotska O., Balym Y., Georgiyants M., Pecherska A., Nosov K., Bespalov Y. Modeling of a procedure for unmasking the foxes during activities on the elimination of biosafety threats related to rabies. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5 (10-89). pp: 46-54.

3. Bespalov Yu., Nosov K., Levchenko O., Grigoriev O., Hnoievyi I., Kabalyants P. Mathematical modeling of the protective coloration of animals with usage of parameters of diversity and evenness. *bioRxiv*, 2020; doi: https://doi.org/10.1101/822999.

4. Bespalov Yu., Kabalyants P., Zuev S. Relationships of diversity and evenness in adaptation strategies of the effect of protective coloration of animals. *bioRxiv* 2021.05.06. 441914; doi: https://doi.org/10.1101/2021.05.06.441914.

UDC 004.621

MODELING RELATIONS OF DIVERSITY AND EVENNESS IN THE ADAPTIVE STRATEGY OF PROTECTIVE COLORATION OF *NANDINIA BINOTATA*

V. Yu. Vyshnyakov [1], T. O. Klochko [2], O. V. Vysotska [2], O. M. Zinchenko [2], K. V. Nosov [3]

[1] National Space Management and Testing Center,

[2] National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,

[32]V.N.Karazin Kharkiv National University

E-mail: t.klochko@khai.edu

In the work, the results of modeling the effect of the presence of individuals of the African palm civet Nandinia binotata on the system colorimetric parameters of a digital image of the area are presented. The colorimetric parameters related to the diversity and evenness of the protective coloration of the African palm civet are found. The parameters enable unmasking and remote detection on the ground of these animals that are actual and potential carriers of dangerous coronavirus infections.

Global climatic changes expand the distribution areas of animals, stimulating their migration over long distances. As biological species that are natural reservoirs of causative agents of dangerous infectious diseases, such migrations should be considered as causes of threats to biosafety. The severity of these real and potential threats increases when contacts of such animals with humans become frequent. This is about contacts in nature and various forms of the use of animals in human activity. All mentioned above fully behave toward civets, representatives of the Civettictis, in connection with their possible role in the spread of dangerous infections. It is about the role of their migrations in the condition of the COVID-19 pandemic. In particular, it is the actual effect of civets' migrations to the regions of South China from border countries. To eliminate the related biosafety threats, it is necessary to control the spread of civets over large plots of hard-to-reach areas. Nowadays, the most effective actual methods for such control are remote (aerospace). The problems related to the presence of protective coloration of animals (PCA) can occur while their use.

This work aims to find approaches to solving the problems of the elimination of the masking effect of PCA. This is achieved by computer processing of remotely obtained digital images of areas (with and without civets) of the plant background in the habitats of animals. In the works [1-3], the methods of solving similar problems with use of colorimetric parameters (CPs) by computer processing of digital RGB images are proposed. In the present work, these methods were applied to free-access digital images of *Nandinia binotata* and the plant background of animals habitats. The digital images were divided into segments; each segment, in turn, was divided into micro-segments. For microsegments of each segment, the CPs conditioned in adaptive mechanisms of PCA by the presence of chlorophyll and other phytopigments in the plant background are calculated. Further, the systemic colorimetric parameters (SCPs), for which the difference between the image of the photo of *Nandinia binotata* and the plant background is significant, were found. Based on the results in [2], it can be assumed that to unmask *Nandinia binotata*, it is needed to SCPs reflecting the relationships of the diversity and evenness of PCA. A comparative analysis of the correlation matrices of CPs for the sets of microsegments of each segment in the samples of PCA and the plant background has confirmed this assumption. Here is a case in point. In these two samples, the Spearman correlations between the standard deviation of R/G (the measure of diversity) and the average of modulus of the difference between R/(R+G+B) and G/(R+G+B), that is the value inverted to the evenness, were calculated. In the sample, presenting the plant background, the correlation is positive and statistically significant ($p < 0.05$). According to the physical and biological meaning of the relationship in phytocenosis of chlorophyll and yellow-orange-red phytopigments, such a result is reasonable and simple. In the case of PCA, the factor of shortage of a certain resource described in [2, 3] should be regarded. The angular size of the contour of the animal [3] can be such a resource. This size restricts the color diversity of adjacent spots of

PCA. This restriction is compensated for by color evenness. This affects the correlation that becomes negative and statistically insignificant ($p > 0.05$). This result is of certain interest from the point of view of the fundamental problem of studying the systemic aspects of the adaptive mechanisms of PCA. From a practical standpoint, the result is important concerning solving the problems of unmasking animals, in particular, distributors of COVID-19, when using remote and aerospace methods for detecting them on the ground.

References:

1. Vysotska O., Balym Y., Georgiyants M., Pecherska A., Nosov K., Bespalov Y. Modeling of a procedure for unmasking the foxes during activities on the elimination of biosafety threats related to rabies. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5 (10-89). pp. 46-54.

2. Bespalov Yu., Nosov K., Levchenko O., Grigoriev O., Hnoievyi I., Kabalyants P. Mathematical modeling of the protective coloration of animals with usage of parameters of diversity and evenness. *bioRxiv,* 2020; doi: https://doi.org/10.1101/822999.

3. Bespalov Yu., Kabalyants P., Zuev S. Relationships of diversity and evenness in adaptation strategies of the effect of protective coloration of animals. *bioRxiv* 2021.05.06.441914; doi: https://doi.org/10.1101/2021.05.06.441914.

УДК 004. 032. 26

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ

М. В. Архирей, О. Б. Іванець, А. М. Дрозд, О. К. Лашкул
Національний авіаційній університет, м. Київ
E-mail: olchik2104@ukr.net

The problem of predicting the occurrence of microinfarction in patients of the cardiology department on the basis of artificial neural networks is considered. The constructed neural network can be used in the cardiology department to predict the occurrence of myocardial microinfarction.

Вступ. Процес діагностування та прогнозування стану, наприклад, серцево-судинної системи, достатньо складний, має різнохарактерні показники та велику кількість факторів невизначеності: вихідних даних, параметрів зовнішнього середовища, показників, пов'язаних з характером динаміки процесів, що відбуваються в організмі, тощо. Тому, проблема профілактики та прогнозування патології системи кровообігу залишається актуальною і потребує нових підходів дослідження.

Мета роботи. Розробка моделі прогнозування виникнення мікроінфаркту на основі штучних нейроних мереж.

Основна частина. В роботі запропоновано використання штучних нейронних мережі для завдань прогнозування виникнення мікроінфаркту на основі тестової вибірки, зібраних статистичних даних. Для вирішення визначеної задачі були обрані наступні архітектури нейромереж: багатошаровий перцептрон, імовірнісна нейронна мережа, радіально-базисна нейронна мережа, нейронна мережа загальної регресії. Оскільки ці структури дають ефективні результати при використанні в області прогнозування. Також були використані модифікації даних мереж зі зворотними зв’язками, і хоча це призвело до збільшення часу навчання мережі, але ефективність модифікованих мереж були збільшена на 40%. В якості тестової вибірки були використані інформаційні параметри 110 пацієнтів кардіологічного відділення Інституту геронтології в яких окрім показників крові також було зазначений місяць виникнення мікроінфаркту, якщо такий мав місце. Стан серцево-судинної системи визначався за 17-ма інформаційними показниками (активований частковий тромбопластований час, протромбіновий індекс, тромбіновий час, рівень холестерину, антитромбін III та ін.), в якості вихідних параметрів вказується час від обстеження до виникнення мікроінфаркту (t) та наявність чи відсутність мікроінфаркту (k). Тестова вибірка містить діагностичні дані десяти пацієнтів. Найменшу помилку при перевірці на тестовій множині показала мережа, що належить до типу нейронних мереж загальної регресії, містить 17 вхідних нейронів, вихідних – два нейрони, шість та три нейрони у прихованому шарі. Саме таку розміщення елементів виявилося найбільш результативним для даного типу мережі.

Така мережа має помилку 0,043, а при перевірці на тестовій множині має помилку 0,001.Кількість вхідних нейронів обумовлена кількістю вхідних показників і становитиме 17, вихідних 2.

Висновки. Розглянуто задачу прогнозування виникнення мікроінфаркту у пацієнтів кардіологічного відділення на основі штучних нейронних мереж. Мережа, що побудувала прогноз з найменшою помилкою тестової множини, а отже високою здатністю до навчання та узагальнення, належала до типу мереж узагальненої регресії. Нейронна мережа загальної регресії з кількістю вхідних нейронів, що відповідають кількості вхідних інформаційних параметрів та має два прихованих шари може бути використана для прогнозування виникнення мікроінфаркту а пацієнтів кардіологічних відділень. Але, враховуючи особливості використання штучних нейронних мереж, така мережа має бути побудована з врахуванням наступних вимог: в першому прихованому шарі має бути 6 нейронів, а в другому 3 нейрони.

Перелік посилань:

1. Уосермен Ф. Нейрокомп'ютерна техніка: Теорія і практика. Переклад українською, І. Ю. Юрчак, 2001. http://www.victoria.lviv.ua/html/wosserman/index.htm.

УДК 612.216.1+004.89

НОВА КОМПАРТМЕНТНА МОДЕЛЬ ПОШИРЕННЯ КОРОНАВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ COVID 2019

М. Ф. Бабаков[1], В. І. Луценко[1,2], О. В. Кривенко[2], В. А. Клименко[3], І. В. Попов[2] , В. В. Пшеничний [1]
[1]Національний аерокосмічний університет ім. М.Е. Жуковського «Харківський авіаційний Інститут»,
[2]Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України,
[3] Харківський національний медичний університет, Україна
E-mail: vladislavlutsenko@ukr.net

The article discusses a multiphase compartment model describing the spread of a new type of coronavirus infections, which allows us to describe several waves of the course of the disease.

Пандемія COVID-19 - це різке нагадування про необхідності подальших досліджень різних аспектів вірусів. Спроби використовувати класичні підходи для опису механізмів передачі та поширення цієї інфекції і пов'язаних з цим методик проведення санітарно-профілактичних заходів виявилися неефективними. Актуально створення моделей, що описують структуру нової вірусної інфекції та математичного опису механізмів її поширення.

Створені моделі розповсюдження коронавірусної інфекції [1, 3], які розглядають епідемію, як типовий приклад ланцюгової реакції. Моделі достатньо прості, і їх рішення залежить від різниці всього двох основних параметрів - швидкості зараження і швидкості одужання. Якщо різниця позитивна, то епідемія розростається, якщо негативна, то згасає. Незважаючи на очевидні переваги цих моделей, їх основним недоліком є використання класичних уявлень для опису структури та засобів розповсюдження нової коронавірусної інфекції, з якою зіткнулися вперше. Нова інфекція може розглядатись, як така, що складається з декількох фрагментів, які можуть існувати і реплікуватися в організмі одночасно, посилюючи досяжний патогенний ефект. Спрощено ситуація виглядає наступним чином. Коронавірусна інфекція є лего, що складається з багатьох (кількох) шматочків (фрагментів). Носій шматочка лего - інфекції, спілкуючись з іншими носіями, може доповнювати наявну інфекцію іншими фрагментами. Тяжкість захворювання тим вище, чим більшу частину лего - інфекції вдалося людині зібрати в своєму організмі. Тому вища ймовірність серйозно захворіти у тих, хто веде активний спосіб життя і має можливість спілкуватися з великою кількістю носіїв різних фрагментів інфекції. Крім того, зрозуміло, що перебування у колективі інфікованих (наприклад в лікарні у палаті з такими ж хворими, але у яких можуть бути інші фрагменти інфекції) дозволяє за рахунок взаємного інфікування посилити ефект захворювання.

Для опису поширення коронавірусної інфекції можна використовувати модернізацію існуючих компартментних моделей SEIRD і SEIHFR, створених для опису поширення лихоманки Ебола [2]. Отримана модифікована модель була названа SEIHRD. Зупинимося докладніше на описі класів, що входять до SEIHRD - моделі: $S(t)$ використовується для позначення числа сприйнятливих індивідуумів, що знаходяться в групі ризику, в момент часу t; $E(t)$ використовується для позначення

числа індивідуумів, захворювання яких знаходиться в інкубаційному періоді; $I(t)$ використовується для позначення числа інфікованих, здатних поширити захворювання; $H(t)$ використовується для позначення числа госпіталізованих; $R(t)$ використовується для позначення тих, хто видужав; $D(t)$ використовується для позначення померлих.

SEIHRD - модель може бути виражена наступними диференціальними рівняннями:

$$\begin{aligned} dS(t)/dt &= -1/N\ (\beta_I S(t)I(t) + \beta_H S(t)H(t)); \\ dE(t)/dt &= 1/N\ (\beta_I S(t)I(t) + \beta_H S(t)H(t)) - \alpha E(t); \\ dI(t)/dt &= \alpha E(t) - (\gamma_H\theta_1 + \gamma_I(1-\theta_1)(1-\delta_1) + \gamma_D(1-\theta_1)\delta_1)I(t); \\ dH(t)/dt &= \gamma_H\theta_1 I(t) - (\gamma_{DH}\delta_2 + \gamma_{IH}(1-\delta_2))H(t); \\ d\mathrm{D}(t)/dt &= \gamma_D(1-\theta_1)\delta_1 I(t) + \gamma_{DH}\delta_2 H(t)\ ; \\ dR(t)/dt &= \gamma_I(1-\theta_1)(1-\delta_1)I(t) + \gamma_{IH}(1-\delta_2)H(t); \end{aligned} \quad (1)$$

де β_I – коефіцієнт контакту в співтоваристві; β_H – коефіцієнт контакту в госпіталі; $1/\alpha$ – середня тривалість інкубаційного періоду; $1/\gamma_H$ – середня тривалість періоду від появи перших симптомів до госпіталізації; $1/\gamma_{DH}$ – середня тривалість періоду від госпіталізації до смерті; $1/\gamma_I$ –середня тривалість заразного періоду для тих, хто одужав; $1/\gamma_D$ – середня тривалість заразного періоду для померлого; $1/\gamma_{IH}$ – середня тривалість періоду від госпіталізації до одужання; θ – частка випадків госпіталізації; δ – коефіцієнт летальності; δ_1 и δ_2 - допоміжні коефіцієнти.

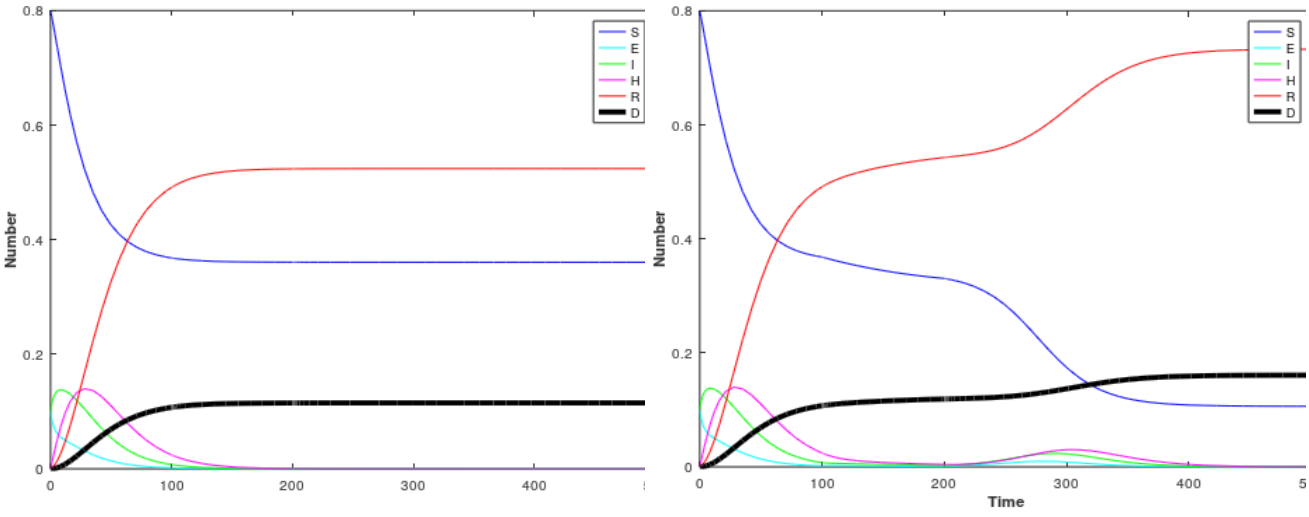
У момент часу $t = 0$ початкові умови виглядають наступним чином:

$$S(0) = S_0 > 0,\ E(0) = E_0 > 0,\ I(0) = I_0 > 0, H(0) = H_0 > 0,\ \mathrm{D}(0) = \mathrm{D}_0 > 0,\ R(0) = R_0 > 0 \quad (2а)$$

Розмір популяції N передбачається фіксованим, тобто

$$S(t)+E(t)+I(t)+H(t)+\mathrm{D}(t) + R(t) = constant = N. \quad (2б)$$

Якщо значення коефіцієнтів, що входять до складу рівнянь (1) – не змінюються в часі, то ми маємо однофазну компартментну модель, що описує характер поширення однієї хвилі інфекції. На рис.1а показані результати її моделювання. Однак вона не дозволяє враховувати можливість додаткових хвиль захворювання. Для їх врахування потрібно використовувати багатофазні моделі що описуються аналогічними рівняннями (1), однак значення коефіцієнтів змінюються для різних фаз процесу в часі, а початковими умовами кожної наступної фази будуть кінцеві умови попередньої фази (2). Результати моделювання для трьох фазного процесу, коли інші фази мають більші коефіцієнти приведені на рис.1б. Багатофазність призводить, як видно, до появлення декількох хвиль захворювань.



а) б)

Рис.1. Залежність в часі різних компартментів моделі: а- однофазна, б- трьохфазна моделі.

Для опису процесу поширення епідемії лего - вірусних інфекцій типу COVID-2019 доцільно використовувати модифіковану багатофазну компартментну модель SEIHRD. Це дозволить описати можливість повторних хвиль епідемії, пов'язаних з модифікацією його структури і появою додаткових фрагментів інфекції, що приведуть до підвищення контагіозності інфекції та її

вірулентності. Це, в свою чергу, призведе до підвищення рівня летальності та тяжкого перебігу хвороби.

Перелік посилань:

1. Михаил Пинкус. Вчені-ядерники створили модель поширення COVID-19. – URL: http://surl.li/aejup.

2. Eremeeva N. I. Building a modification of the SEIRD model of epidemic spread that takes into account the features of COVID-19. *Vestnik TvGU. Seriya: Prikladnaya Matematika* [*Herald of Tver State University. Series: Applied Mathematics*], 2020, № 4, 14–27 (in Russian). https://doi.org/10.26456/vtpmk602.

3. Ольга Дорохова. Сибірські вчені представили прототип моделі поширення COVID-19. – URL: http://surl.li/aejul.

УДК 612.216.1+004.89

ЛЕГА МОДЕЛІ КОРОНАВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ

М. Ф. Бабаков[1], В. І. Луценко[1,2], О. В. Кривенко[,2], В. А. Клименко[3], І. В. Попов[2]
[1]Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний Інститут»,
[2]Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України,
[3] Харківський національний медичний університет
E-mail: vladislavlutsenko@ukr.net

The paper considers hypothesis about the structure of a new type of coronavirus infection COVID-19 in the form of a Lego virus. Estimates of morbidity and mortality were obtained depending on the number of fragments that make up the infection.

Вступ. Пандемія COVID-19 - нагадує про необхідність подальших досліджень різних аспектів вірусів. Спроба використовувати класичні підходи для опису механізмів передачі та поширення цієї інфекції і пов'язаних з цим методик проведення санітарно-профілактичних заходів виявилися неефективними. Є актуальним створення моделей, що описують структуру нової вірусної інфекції та математичного опису механізмів її поширення. Створені моделі поширення коронавірусної інфекції [1, 2], які розглядають епідемію, як типовий приклад ланцюгової реакції. Рівняння моделі подібні до рівнянь, що описують ланцюгову реакцію в ядерній бомбі або ядерному реакторі. Модель дуже проста, і її рішення залежить від різниці всього двох основних параметрів - швидкості зараження і швидкості одужання. Якщо різниця позитивна, то епідемія розростається, якщо негативна, то згасає. Прототип моделі поширення COVID-19 [3], який може бути використаний для прогнозування та протидії другій та послідуючих хвиль епідемії. Незважаючи на очевидні переваги цих моделей, їх основним недоліком є використання класичних уявлень для опису структури та засобів поширення нової коронавірусної інфекції, з якою зіткнулися вперше.

Лега моделі вірусних інфекцій. Дослідження, опубліковане в журналі eLife [4], показало, що новий вірусний геном може бути розділений між різними клітинами і все ще провокувати інфекцію. Це перевертає сучасне уявлення про вірусних захворюваннях. Виявляється, різні ділянки вірусного генома можуть жити в різних клітинах, але при цьому працювати спільно, викликаючи інфекцію. Розглянемо нову інфекцію Covid 2019, як що складається з декількох фрагментів, які можуть існувати і реплікуватися в організмі одночасно, посилюючи досягається патогенний ефект. Спрощено ситуація виглядає наступним чином: коронавірусна інфекція є лего, що складається з багатьох (кількох) шматочків, кожен з яких може існувати в організмі носія певний час. Людина носій шматочка лего інфекції, спілкуючись з іншими носіями і інфікуючи від них може збирати в своєму організмі інші відсутні шматочки. Коли накопичена патогенність, (як за рахунок накопичення досить великого фрагмента інфекції, так і її кількості - дози) може пробити імунний бар'єр носія то станеться його захворювання. Ступінь захворювання тим серйозніше, чим більшу частину лего-інфекції вдалося людині зібрати в своєму організмі і чим вище отримана доза інфекції. Тому вища ймовірність серйозно захворіти у тих, хто веде активний спосіб життя і має можливість спілкуватися з великою кількістю носіїв різних шматочків інфекції, що дозволяє зібрати їх воєдино в своєму організмі. Крім того, зрозуміло, що перебування в колективі інфікованих (наприклад, в лікарні в палаті з такими ж

хворими, але які можуть мати інші фрагменти інфекції) дозволяє за рахунок взаємного інфікування (збирання в своєму організмі додаткових шматочків лего, які є у сусідів по палаті) посилити ефект захворювання. Тому, якщо в лікарні інфіковані містяться спільно, то вражаючий ефект хвороби буде вище. Якщо в загальному випадку кількість фрагментів інфекції k , то кількість можливих варіантів захворювання (комбінацій) становитиме:

$$K = \sum_{i=1}^{k} C_i^k \quad (1)$$

де C_i^k – кількість сполучень з k елементів по i.

Ймовірності інфікування багатокомпонентними інфекціями, наведені на рис.1. Як видно, збільшення кількості фрагментів інфекції призводить до досить різкого зростання ймовірності захворювання. Так, при ймовірності інфікування 1 компонентом 50% ймовірність захворювання 2 компонентною інфекцією складе 75%, а трьох, чотирьох і п'ятикомпонентною інфекціями відповідно 87,5%, 93,8% і 96,8%.

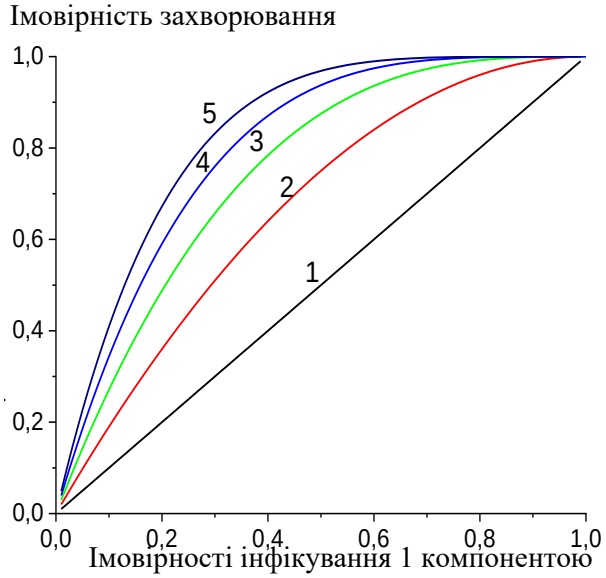


Рис. 1. Імовірність захворювання від ймовірності інфікування p для інфекцій з k = 1, 2, 3, 4, 5 компонентами.

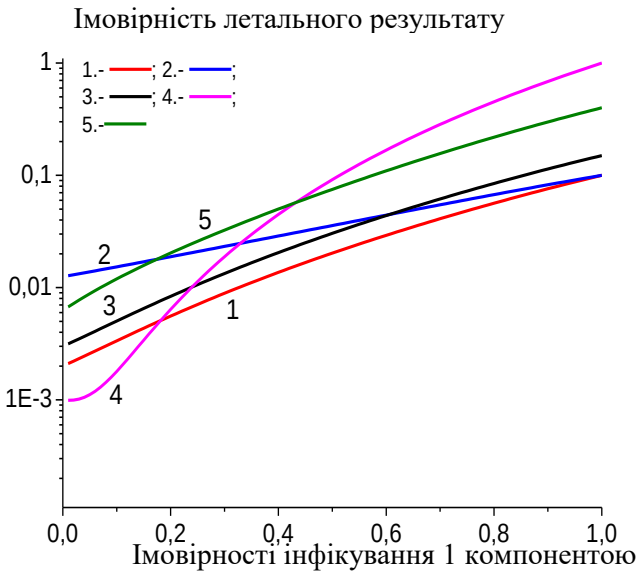


Рис. 2. Імовірність летального результату при k фрагментній інфекції: k = 3; 1- a_0= 0,1; q = 10; 2 - a_0 = 0,1; q = 4; 3 - a_0 = 0,15; q = 10; k = 4, 4 - a_0 = 0,1; q= 10; 5 - a_0 = 0,1;q= 4.

Поряд із зростанням ймовірності захворювання при збільшенні кількості фрагментів, з яких складається інфекція, буде спостерігатися і збільшення ступеня її патогенності, а значить і ймовірності важкого перебігу хвороби. Результати оцінки летальності для різних типів інфекцій представлені на рис.2. Там a_0 та q константи, що характеризують вид функції, що описує умовну ймовірність летального результату P_{Dk}:

$$P_{Dk} = \sum_{i=1}^{k} P_I(i) P_D(i) \quad (2)$$

де $P_I(i)$ – ймовірність інфікування і фрагментами інфекції; $P_D(i)$ - умовна ймовірність летального результату при інфікуванні і фрагментом інфекції.

Аналіз показує, що для двопалатних боксів істотно зростає ймовірність інфікування всіма трьома компонентами інфекції, а значить і летальність результату лікування. Для уникнення істотного зростання летальності через додаткового інфікування сусідами по палаті необхідно використання одиночних боксів. Ще гірше ситуація буде обстояти, коли в палаті (боксі) буде 3 і більше ліжок. Для зниження ймовірності додаткового інфікування хворих і обважнення ступеня перебігу хвороби бажано в палатах розміщувати хворих приблизно з однаковим ступенем ураженості хворобою, використовувати розміщення в палаті членів однієї сім'ї, а медичному персоналу при

здійсненні лікувального процесу дотримуватися правил санітарії, як це робиться при лікуванні хворих з різними видами інфекційних хвороб.

Висновки. Запропоновано гіпотезу про можливу структурі нової коронавирусної інфекції Covid 2019 у вигляді складових лега-вірусів. Розглянуто особливості нового типу інфекції і витікаючі з цього вимоги до санітарно епідемічних заходів щодо запобігання її поширення.

Перелік посилань:

1. Михаил Пинкус Вчені-ядерники створили модель поширення COVID-19. – URL: http:// surl.li/aejup.

2. Eremeeva N. I. Building a modification of the SEIRD model of epidemic spread that takes into account the features of COVID-19. *Vestnik TvGU. Seriya: Prikladnaya Matematika* [*Herald of Tver State University. Series: Applied Mathematics*]. 2020. № 4. 14–27 (in Russian). https:// doi.org/10.26456/vtpmk602.

3. Ольга Дорохова Сибірські вчені представили прототип моделі поширення COVID-19.– URL: http:// surl.li/aejul.

4. Bar-On SARS-CoV-2 (COVID-19) by the numbers / Bar-On, Yinon & Flamholz, Avi & Phillips, Rob & Milo, Ron. // eLife. 2020. 9. 10.7554.

УДК 004.048 + 616-079.4

РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ АЛГОРИТМОМ ГЕНЕТИЧНО-ІНДУКТИВНОГО ЛІСУ

В. О. Бабенко[1], Є. А. Настенко[2], В. А. Павлов[3], О. К. Носовець[4]
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: [1]vbabenko2191@gmail.com, [2]nastenko.e@gmail.com, [3]pavlov.vladimir264@gmail.com, [4]o.nosovets@gmail.com

The given work is devoted to the modern developments in the field of medicine, namely medical image recognition by innovative algorithm called "Genetic-inductive Forest". The main purpose of creating such an algorithm is to improve already existing Machine Learning approaches in order to obtain more efficient results in recognition tasks. To test the performance of the algorithm, liver ultrasound images and speckle-tracking echocardiography frames were used.

Вступ. Зображення ультразвукового дослідження (УЗД) несуть у собі цінну діагностичну інформацію, яка використовується лікарями та медичними експертами задля оцінки стану певного органу пацієнта. Однією із найголовніших властивостей подібних зображень є «ехогенність», яка необхідна для охарактеризування тканини досліджуваного органу. Кожен орган володіє власним рівнем ехогенності, і тому зміна рівню у більшості випадків свідчить про появу патології у пацієнта, що призводить до розвинення захворювання. Спеціалісти УЗД володіють знаннями про те, який орган має володіти тою чи іншою ехогенністю, тим самим визначаючи його стан за кольором зображення. Хоча спеціалісти з великим стажем у більшості випадків здатні абсолютно точно визначати зміну ехогенності, не виключені випадки, коли ручна діагностика стає надскладною задачею (особливо на ранніх етапах появи патології), і уникнути помилок стає неможливо. Складності також додає об’єм тих даних, які надходять до подібних спеціалістів. Таким чином набуває актуальності задача розпізнавання медичних ультразвукових зображень та за допомогою підходів штучного інтелекту і машинного навчання, які останнім часом набули широкої популярності у сфері медицини, а їхня властивість швидко обробляти й аналізувати надвеликі масиви даних є дуже ефективною для досягнення головної мети дослідження. У даному дослідженні пропонується застосування інноваційного алгоритму машинного навчання під назвою «Генетично-індуктивний ліс», який поєднує у собі властивості таких методів, як: генетичний алгоритм, метод групового урахування аргументів (МГУА) та випадковий ліс.

Основна частина. Основна ідея генетично-індуктивного лісу полягає у використанні принципу ансаблевого навчання (підвиду машинного навчання) під назвою «бегінг». Головною властивістю даного підходу є «навчання» не одної моделі штучного інтелекту, а відразу «ансамблю» (множини)

подібних моделей, які різняться між собою тим, що навчаються на різних підмножинах вхідних даних. Дана характеристика описується «множина середніх моделей краще ніж одна сильна модель». Оскільки найважливіша ціль будь-якого моделювання не апроксимація вхідних даних дослідження, а їх узагальнення, то недостатньо отримати сильну модель, яка показує ідеальні результати на тренувальній вибірці, оскільки в більшості випадків це свідчить про «перенавчання», і на нових даних (які модель не бачила до цього) будуть отримані значно гірші результати. Відповідно, під вище вказаною характеристикою мається на увазі те, що множина середніх моделей дають змогу досягти цілі моделювання.

Поняття бегінгу появилось після запровадження методу ансамблевого навчання під назвою випадковий ліс, який ідейно є множиною різних дерев прийняття рішень (базовий алгоритм машинного навчання), що навчаються на різних підмножинах даних. Хоч даний метод і вважається одним із найбільш точних в сучасному світі науки про даних, в залежності від задачі точність на екзаменаційній вибірці може не досягати навіть і 90%. Тому було запропоновано удосконалити випадковий ліс за допомогою МГУА і генетичного алгоритму.

МГУА є алгоритмом структурно-параметричного синтезу, тобто, ставиться задача отримання моделі оптимальної складності (з якомога простішою структурою моделі та високою точністю на тестових даних). Для цього зазвичай використовують дві вибірки, де на першій навчаються різні моделі, а на другій робиться підсумкова оцінка кожної моделі, на основі якої і виконується вибір. Було прийнято рішення використати даний підхід для побудови дерев прийняття рішень генетико-індуктивного лісу, таким чином отримуючи оптимальну складність для кожного із них.

Генетичний алгоритм відомий як метод оптимізації, який використовує евристичні техніки для пошуку необхідного рішення задачі. Оскільки дерева у випадковому лісі, окрім того, що навчаються на різних підмножинах даних, вони містять у собі підмножини вхідних ознак, які підбираються випадковим чином – генетичний алгоритм було вирішено застосувати для знаходження оптимальної підмножини ознак для кожного із дерев лісу.

Для перевірки працездатності отриманого алгоритму були використані дані зображень, що надані:

а) спеціалістами ДУ «Інституту ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України» [4], які забезпечили базою знімків ультразвукового дослідження (УЗД) печінки;

б) спеціалістами ДУ «Національного інституту серцевої-судинної хірургії імені Амосова НАМН України» [5], які в свою чергу надали доступ до бази відеоданих спекл-трекінг ехокардіографії (СТЕ) серця, що для проведення дослідження були розбиті на кадри (фрейми).

Генетично-індуктивний ліс порівнювався з такими відомими аналогами, як: логістична регресія, випадковий ліс і адаптивний бустинг (AdaBoost). Вибірки даних були розбиті на: навчальну (80%), тестову (10%) і екзаменаційну (10%). Як результат, у задачі класифікації УЗД печінки генетично-індуктивний ліс досягнув 93.2% точності на екзаменаційній вибірці (серед інших алгоритмів найкращий результат показав метод логістичної регресії у 64.3% на екзамені), у задачі класифікації СТЕ серця – 72.6% точності на екзаменаційній вибірці (серед інших – 65.5% точності на екзамені найкращий результат у випадкового лісу). Отриманий результат підтверджує, що розроблений алгоритм виявився потужним, і має перспективи у використанні в інших подібних задачах.

Висновки. В результаті даного дослідження було запропоновано інноваційний алгоритм машинного навчання для вирішення задач розпізнавання медичних зображень. Порівнявши отримані результати розробленого алгоритму з більш відомими алгоритмами, можна зробити висновок, що генетично-індуктивний ліс є абсолютно ефективним інструментом для розв’язання задач не лише медицини, а будь-якої іншої предметної області.

Перелік посилань:

1. Ghaheri A., Shoar S., Naderan M., Hoseini S. S. The applications of genetic algorithms in medicine. *Oman Medical Journal*. 2015. Vol. 30, No. 6. pp. 406–416. DOI: 10.5001/omj.2015.82.

2 Anastasakis L., Mort N. The development of self-organization techniques in modelling: a review of the group method of data handling (GMDH). *Research Report-University of Sheffield Department of Automatic Control and Systems Engineering*. 2001. No. 813. pp. 39–39.

3. Fawagreh K., Gaber M. M., Elyan E. Random forests: From early developments to recent advancements. *Systems Science and Control Engineering*. 2014. Vol. 2, No. 1. pp. 602–609. DOI: 10.1080/21642583.2014.956265.

4. Nastenko I., Maksymenko V., Dykan I., Nosovets O., Tarasiuk B., Pavlov V., Babenko V., Kruhlyi V., Soloduschenko V., Dyba M., Umanets V. *Liver Pathological States Identification in Diffuse Diseases with Self-Organization Models Based on Ultrasound Images Texture Features*. Zbarazh, Ukraine:2020. DOI: 10.1109/CSIT49958.2020.9321999.

5. Petrunina O., Shevaga D., Babenko V., Pavlov V., Rysin S., Nastenko I. Comparative Analysis of Classification Algorithms in the Analysis of Medical Images from Speckle Tracking Echocardiography Video Data. *Innovative Biosystems and Bioengineering*. 2021. Vol. 5, No. 3. DOI: 10.20535/ibb.2021.5.3.234990.

УДК 004.9

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА-ХУАНГА ДЛЯ АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ

К. О. Безвершнюк, М. Ю. Бурiченко, О. В. Мельников, Х. С. Мусійчук
Національний авіаційній університет, м. Київ
E-mail: bikam@i.ua

The Hilbert-Huang transformation (HHT) consists of empirical mode decomposition (EMD) and Hilbert spectral analysis. EMD uses signal characteristics to adaptively decompose them into several internal mode (IMF) functions. Then the Hilbert transformations (NTs) are used to convert the IMF to instantaneous frequencies (IMs) for obtain the signal distribution by frequency and energy frequency. The article considers HHT application to different types of biomedical signals.

Вступ. Біомедичні сигнали у своєї більшості є багатокомпонентними нестаціонарними сигналами, властивості яких змінюються в часі. Часово-частотні характеристики компонент біосигналів мають високу діагностичну цінність і тому актуальним є застосування часово-частотних методів аналізу. Одним із таких методів є перетворення Гільберта-Хуанга (ПГХ) [1], яке дає змогу розкласти сигнал на компоненти (моди) з амплітудною і частотною модуляцією, з подальшим обчисленням миттєвої амплітуди і частоти цих компонент. Зазначені компоненти мають діагностичний сенс, хоча що на даний час не отримали широкого застосування для аналізу біомедичних сигналів. Метою даної роботи є застосування ПГХ для аналізу нестаціонарних біомедичних сигналів з метою для отримання діагностичної інформації. Завданням роботи було проведення аналізу біомедичних сигналів різного виду з використанням розробленого для даної мети програмного забезпечення.

Основна частина. Відповідно до ПГХ обробку цифрових сигналів (часових рядів) виконують в два етапи. На першому етапі вхідні сигнали за допомогою емпіричної модової декомпозиції розкладають на декілька компонент, що мають назву функція внутрішньої моди (ФВМ) або емпірична мода (ЕМ). Таким чином, дані розкладають за емпіричним базисом, який обумовлений властивостями саме даних, а не вибирають з заздалегідь встановленого набору. Другий етап ПГХ – застосування перетворення Гільберта до кожної ФВМ і побудові спектра Гільберта, якій відображає локальні часові і частотні особливості аналізованих часових рядів і дозволяє визначити миттєві амплітуди і частоти для ФВМ. В роботі проведено аналіз декількох видів біосигналів: електрокардіографічних, електроенцефалографічних, кефалографічних та ін. [2]. Оброблення біосигналів у такий спосіб дає змогу виявити нові діагностичні ознаки, що не є видимими при інших методах аналізу. Для аналізу біосигналів в системі MATLAB розроблено програмний код, в якому використані деякі з функцій, що опубліковано в [3].

Висновки. Розроблений програмний код дозволив виявити діагностично важливі дані, що приховані в біосигналах. За допомогою створеного програмного забезпечення на основі ПГХ можна досліджувати різни види біомедичних сигналів і отримувати діагностичні дані, що не могли бути виявленими іншими методами. Одним з недоліків методу є значна похибка оцінювання миттєвої частоти ФВМ, що спричинена її шумами.

Перелік посилань:

1. Huang, N. The Hilbert-Huang transform and its applications / N. Huang, S. S. P. Shen. Singapore: World scientific publishing, 2005. 526 p.

2. Безвершнюк К.О., Логошко Т.В., Іванець О.Б. Метод оцінювання психофізіологічного стану вестибулярного апарату людини «ПОЛІТ». Сучасні проблеми науки-2018»: XVIII Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених і студентів, 4 – 6 квітня 2018 р.: тези доп. – К., 2018.

3. Empirical Mode Decomposition. – URL: http://perso.ens-lyon.fr/patrick.flandrin/emd.html.

УДК 004.681.3

ОНТОЛОГО-КЕРОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПРОВЕДЕННЯ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ

В. Ю. Величко
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
E-mail: aduisukr@gmail.com

The work is devoted to the use of an ontology driven approach in the activities of a rehabilitation physician.

Інтерактивні системи знань в галузі охорони здоров’я передбачають консолідоване використання різнорідних функціональних медичних інформаційних систем та відповідних медичних документів, що визначають протоколи лікування, включаючи процедури реабілітації. Консолідація інформації потребує забезпечення обміну відповідними даними між інформаційними системами та коректне об’єднання даних.

Існуюча концепція електронного медичного документу пацієнта потребує забезпечення сумісності повідомлень, за рахунок використання довідкової інформаційної моделі HL7 RIM [1], для їх об'єднання у вигляді електронних медичних записів. На відміну від існуючої системи прив'язки медичних даних пацієнта до лікувально-профілактичного закладу, даний підхід є пацієнто-орієнтовним. Передумовою застосування електронних медичних записів є передача медико-профілактичної інформації пацієнта на основі певного протоколу взаємодії з лікарем. Зберігання медичних даних повинно передбачати відносну простоту отримання персональної інформації пацієнта, незалежно від місця її зберігання. З урахуванням онтологічного представлення цієї інформації, мова може йти про забезпечення міжконтекстної зв’язності інформації про пацієнта та рекомендацій лікаря.

Принципи формування онтологічної інтерактивної бази знань, що інформаційне забезпечує протокол взаємодії між лікарем та пацієнтом на основі використання відповідних медичних документів (повідомлень) базуються на протоколах обміну повідомленнями між лікарями та пацієнтами, що налаштовані на певну міжконтекстну взаємодію. Стандарт відображення клінічного документу CDA визначає його таксономічну структуру, за рахунок чого зберігаються усі семантичні смисли взаємодії. Трансформація медичного документу у онтологічний формат реалізується через узгодження CDA у форматі XML. У якості семантичних класифікаторів виступають концепти таксономії медичного документу, які визначаються на основі протоколу реабілітації.

Архітектура CDA трансформується у онтологічну систему за рахунок таксономічного представлення самого протоколу реабілітації. Усі контексти накопичуються у відповідних вузлах онтології взаємодії між лікарем та пацієнтом. Сама онтологія за своєю топологічною схемою унівалентна [2] схемі реабілітаційного протоколу.

Онтологічний кабінет кожного реабілітолога формується на основі таксономії Білої Книги (БК) з фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ), яка є довідником для лікарів ФРМ у Європі [3]. Біла книга з фізичної та реабілітаційної медицини у Європі розроблена чотирма європейськими органами ФРМ. Станом на теперішний час актуальним є третє видання; перше було опубліковане у 1989 році, а друге – в 2006/2007 роках. Біла книга створювалась з метою досягнення наступних цілей: забезпечення консолідуючої системи для європейських країн; інформування осіб, що ухвалюють рішення на європейському та національному рівнях; систематизації навчальних матеріалів для лікарів ФРМ; інформування про ФРМ медичну спільноту, інших фахівців з реабілітації та громадськості.

Таксономія Білої Книги в системі ПОЛІЕДР [4] наведена на рисунку. Описи доменів здоров’я та доменів, пов’язаних зі здоров’ям, відносяться до їхнього використання в певний момент часу (наприклад як знімок). Проте використання доменів в декількох часових точках дозволяє описувати траєкторію в часі та процесі реабілітації. Таксономічна структура БК фактично представляє усю ієрархію регламентів, правил та послуг, які повинен виконувати лікар-реабілітолог (ЛР). Вона

відображає класифікацію операціонального поля діяльності ЛР, яке включає певні кваліфікатори, що позначають величину рівня здоров'я (наприклад ступінь тяжкості проблеми), набор певних впливів та дій по відношенню до пацієнта тощо. Вибір конкретних дій відносно пацієнта регулюється шкалами оцінки його стану. Перевагою онтолого-керованого підходу до забезпечення діяльності ЛР є автоматичний вибір набору дій, оперативне отримання необхідних методичних матеріалів, постійний моніторинг за станом пацієнта. Для пацієнта забезпечується автоматичний вибір конкретного ЛР на основі оброблення атрибутів регламентів та кваліфікаторів.

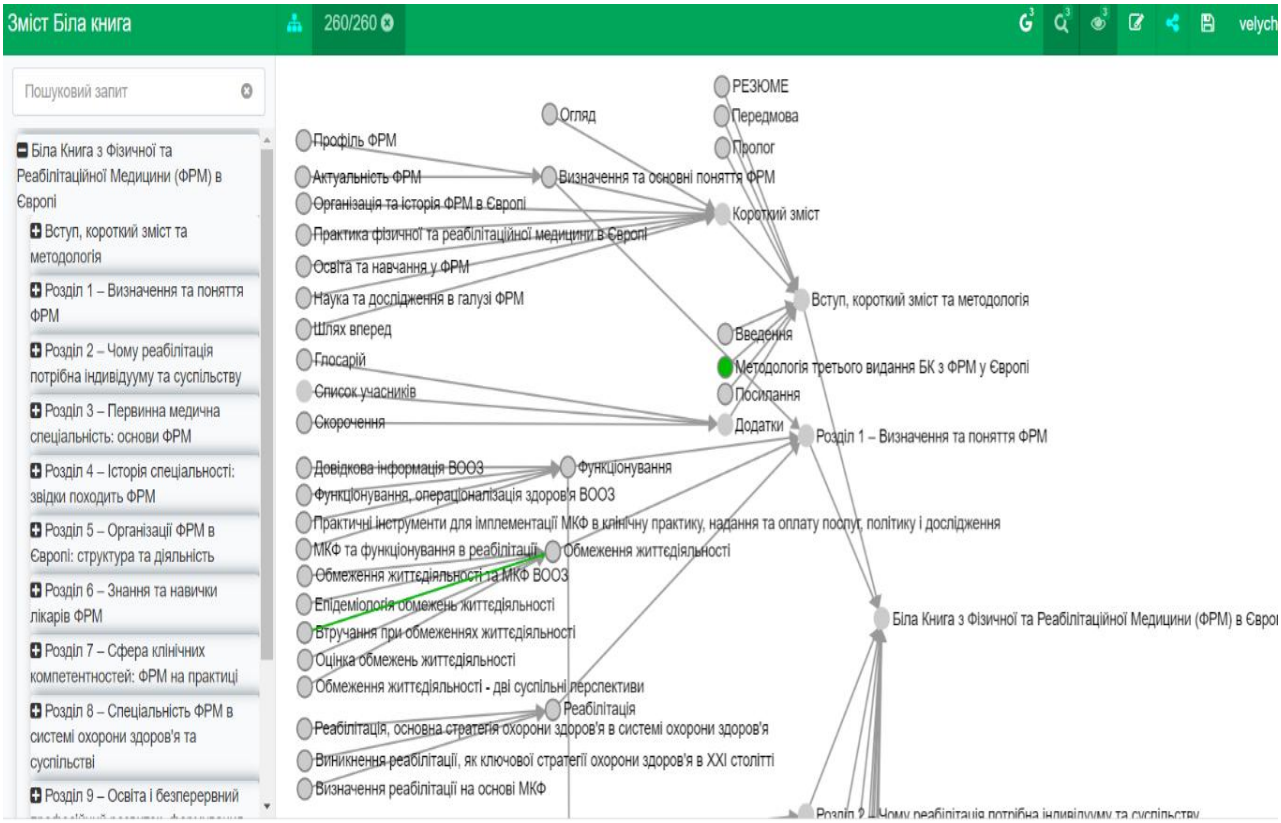


Рис.1. Таксономічна система Білої Книги

Також забезпечується навчальна підготовка до взаємодії ЛР і пацієнта. Онтолого-керований підхід до операціональності взаємодії ЛР і пацієнта оперативно реалізує весь технологічний ланцюг від визначення стану до вибору й призначення лікарем конкретного набора реабілітаційних процедур. Слід відмітити, що таксономія онтологічної системи реалізації операціональної взаємодії ЛР і пацієнта забезпечує інтероперабельність з іншими інформаційними ресурсами, які за необхідністю потрібно задіяти.

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)»

Перелік посилань:

1. Boone K.W. The CDA Book. Springer-Verlag London Limited, 2011. 307 p. – https://doi.org/10.1007/978-0-85729-336-7.

2. Voevodsky V. Univalent Foundations of Mathematics. / eds. Beklemishev L.D., de Queiroz R. Logic, Language, Information and Computation. *WoLLIC 2011*. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. vol 6642. - https://doi.org/10.1007/978-3-642-20920-8_4.

3. European Physical and Rehabilitation Medicine Bodies Alliance. White Book on Physical and Rehabilitation Medicine in Europe. Introductions, Executive Summary, and Methodology. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018. 54 (2). P. 125–155.

4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №96078. Комп'ютерна програма "Когнітивна ІТ платформа «POLYHEDRON» / Стрижак О.Є та ін, 2020.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ІОНІВ В СТАЛЯХ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВНАСЛІДОК ІОННОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ

В. В. Гончаров[1], І. С. Скарга-Бандурова[2], В. Д. Самойлов[2]
[1]Державний заклад «Луганський державний медичний університет»
[2]Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України
E-mail: milostiprosim@i.ua

The given work is devoted to the problem of modeling the ions distribution in chromium-nickel steel and ShKh15 steel during the implantation by titanium and nitrogen. Study has shown that nitrogen has the maximum depth of implantation with maximum concentration near modified layer (up to 100 nm) while titanium has a smaller penetration depth (up to 50 nm), but its maximum amount is observed near the surface. Proposed solution makes it possible to calculate the approximate size of the modification depth and predict the effect of ion implantation on the characteristics of the materials.

До матеріалів медичного призначення (інструментів та імплантатів) висувається багато вимог, головними з яких є механічні характеристики та біосумісність [1]. Для реалізації цих вимог матеріали мають володіти високою механічною міцністю, зносостійкістю, корозійною стійкістю, не бути токсичними для тканин організму біологічного об’єкта. Оптимальними варіантами для медичних цілей є хромові, хромонікелеві та спеціальні сталі. З метою покращення характеристик матеріали піддають термічній, лазерній, іонно-плазмовій тощо обробці [1-3]. При чому іонна імплантація в цьому аспекті володіє певними перевагами, серед яких низька температура проведення процесу, мала втрата активного компоненту та майже будь-які комбінації матеріал основи – матеріал мішені. Однак, не зважаючи на широкий спектр можливостей імплантації щодо модифікування матеріалів, контрольованість та передбачуваність процесу все ще складають певні труднощі. Одним зі способів досягти бажаних характеристик є математичне та комп’ютерне імітаційне моделювання.

Метою дослідження є моделювання процесу імплантації іонів титану та азоту в хромонікелеву сталь та сталь ШХ15 (для одноразових медичних матеріалів) та визначення характеристик процесу для прогнозування впливу обробки на властивості матеріалів.

У доповіді представлені результати моделювання, отримані за допомогою авторського програмного забезпечення «RIO» [3], яке спроєктовано для розрахунків основних параметрів процесу імплантації іонів та аналізу їх розподілу в шарі матеріалу.

Дослідження показали, що максимальну глибину проникнення в обох випадках має азот. При чому його концентрація має максимум майже на всій товщині модифікованого шару (до 100 нм) і значно перевищує концентрацію титану. Титан має меншу глибину проникнення (до 50 нм), але його максимальна кількість спостерігається біля поверхні, що дає можливість розраховувати орієнтовні розміри глибини модифікування.

Отримані дані можуть бути використані для прогнозування впливу іонної імплантації на характеристики матеріалів, враховуючи результати проективного пробігу, дисперсії пробігу та глибини модифікування, але потрібне додаткове визначення корелювання вказаних параметрів з кількісними показниками твердості, міцності, зносостійкості тощо матеріалу.

Перелік посилань:

1. Vitalii Honcharov, Illya Skarha-Bandurov, Valery Zazhigalov and Nataliya Vasilenko. The Use of Ionic Implantation for The Medical Materials Modifying. *Biomed J Sci & Tech Res*. 2018. Vol. 11, Iss. 3. P.8604-8606. – Режим доступу: http://mirznanii.com/a/149996/instrumenty-meditsinskie-metallicheskie.

2. Zazhigalov V. O., Honcharov V. V. The Formation of Nanoscale Coating on the 12Cr18Ni10Ti Steel During Ion Implantation. *Metal Physics and Advanced Technologies*. 2014. Vol. 36, №6. P.757–766.

3. Cherny AA, Maschenko SV, Honcharov VV et al Nanodimension layers on stainless steel surface synthesized by ionic implantation and their simulation. *Nanoplasmonics, Nano-Optics, Nanocomposites and Surface Studies*. 2015. Switzerland: Springer. P. 203–213.

УДК 004.5

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ПУЛЬСОВИХ ХВИЛЬ ЗАСОБАМИ MATLAB ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

В. І. Дегтярук, Ю. В. Дегтярук
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова Національної академії наук України
E-mail: degtjaruk@ukr.net

The developed procedure for solving the inverse problem to be used as a basis for the method of automatic evaluation of pulse wave parameters.

За моделлю відтворюється процес за сукупністю відомих параметрів. Обернена задача передбачає визначення деяких параметрів, які описують процес. В нашому випадку, нас цікавить в першу чергу значення фази та коефіцієнт відбиття віддзеркаленої хвилі.

Модель пульсової хвилі Франка можна використовувати для вирішення такої зворотної задачі. Маючи масив даних, які описують реальний сигнал, ми можемо виділити з нього індекс, який відповідає максимальному значенню амплітуди. Час тривалості всього сигналу нам відомий і ми маємо можливість знайти скільки часу припадає на один відлік. Виділивши з масиву відрізок до максимального значення амплітуди ми можемо знайти час його тривалості. Згідно моделі, він буде рівний більше 90% тривалості першої фази.

Для реального сигналу ми відкидаємо припущення моделі, коли зрівнювали час тривалості прямої та відбитої хвилі, та переносили зміщені по фазі значення відбитої хвилі на початок масиву. Для рішення задачі нам необхідно відтворити пряму хвилю. Причому виділена частина до максимального значення амплітуди сигналу не містить суми прямої та відбитої хвилі, що дозволяє нам побудувати першу фазу прямої хвилі без суттєвої похибки.

Маючи розраховану першу фазу прямої хвилі ми без проблем зможемо добудувати другу, підставивши експоненційну залежність, яка її описує. Тепер, коли ми маємо повністю відтворену пряму хвилю, ми можемо виділити відбиту хвилю з масиву значень повної хвилі. Зі співвідношення амплітуд прямої та зворотньої зможемо розрахувати коефіцієнт відбиття. За початок появи відбитої хвилі вважатимемо місце, де значення різниці повної та прямої хвиль починає збільшуватися за середньоквадратичне відхилення між першою фазою сигналу та її апроксимацією за моделлю. Далі матимемо можливість розрахувати фазу.

Якщо інцизура слабо виражена, а спад хвилі плавний і вона знаходиться після систоли то проводимо розрахунок по описаній методиці. В іншому випадку якщо систола не помітна, а наростання і спадання круті, то відбита хвиля перейшла у фазу систоли та може задирати пряму хвилю. Методика буде такою ж, але необхідно взяти значення на рівні ¾ амплітуди.

Розглянемо приклад оцінювання параметрів пульсової хвилі за результатами рішення зворотної задачі. За основу для розрахунку взято сигнал виміряний у мікроциркуляторному відділі на пальці лівої руки. На виході пристрою отримано сукупність відліків для цього сигналу. Дану пульсову хвилю по значеннях відліків відтворено засобами Matlab (рис. 1).

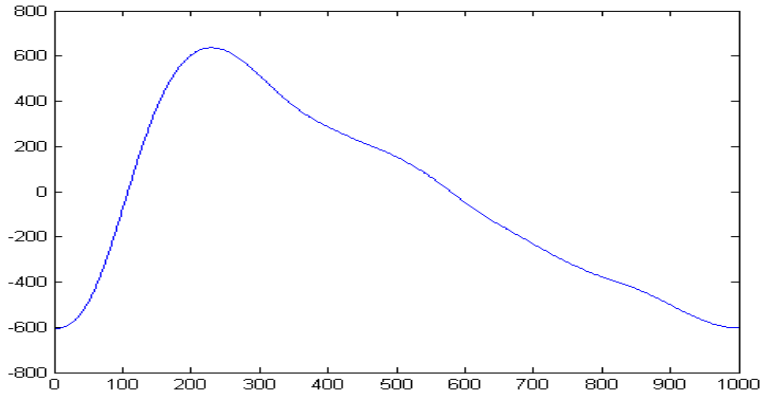


Рис. 1. Виміряна пульсова хвиля

Описаний пристрій пульсової діагностики під’єднується до комп’ютера та керується програмним забезпеченням. Програма записує відліки амплітуди сигналу, час вимірювання та частоту серцевих скорочень. Взятий для прикладу розрахунку вихідний файл з параметрами сигналу

містить у собі набір циклів пульсової хвилі у значеннях амплітуди, частоту серцевих скорочень 60 ударів за хвилину, та частоту дискретизації рівну 1000 (звідси ми маємо на одну пульсову хвилю тисячу відліків). Для проведення розрахунку взято пульсову хвилю, яка є усередненим значенням усіх циклів.

При частоті серцевих скорочень 60 ударів за хвилину маємо частоту серцевих скорочень 1 Гц, тобто тривалість циклу складає 1с. За такої частоти серцевих скорочень ми маємо 10^{-3} с на відлік. За допомогою простих операцій з масивами у Matlab, ми знаходимо індекс масиву, де знаходиться максимальне значення амплітуди – 233, тим самим виділяючи необхідний нам відрізок кривої. Звідси без проблем розрахуємо час тривалості першої фази для прямого сигналу, перемноживши кількість виділених відліків на знайдене значення часу, яке припадає на один відлік. Розрахований час тривалості першої фази складає 0,233 с.

Запишемо значення до 233 індексу включно в окремий масив, та побудуємо отриманий відрізок у Excel. Додамо лінію тренду, і проведемо апроксимацію поліномом 3го ступеня (рис.2).

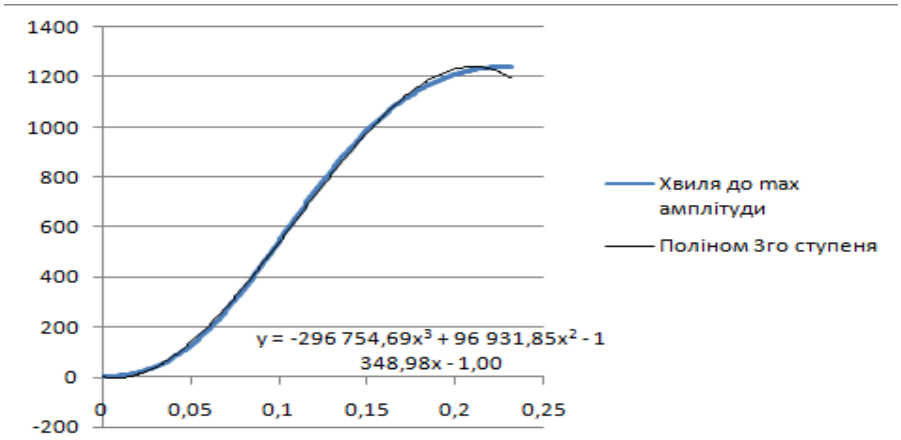


Рис. 2. Перша фаза прямої хвилі та її апроксимація поліномом

За моделлю Франка ми будуємо пряму хвилю, першу фазу апроксимовано параболою

$$Q_c(t) = -at^2 + bt, \quad a = \frac{Q_{\max}}{t_0^2}, \quad b = \frac{2Q_{\max}}{t_0}, \tag{1}$$

Після взяття інтегралу вона приймає вигляд поліному 3го ступеня [1]

$$P(t) = e^{-\frac{t}{WC}}\left[\frac{1}{C}\int\left(bt - at^2\right)\cdot e^{\frac{t}{WC}}dt + K\right] \tag{2}$$

за яким побудовано першу фазу.

Далі можна якісно порівняти відрізок сигналу, та криву, яка його апроксимує за отриманою формулою, а також визначити середній квадрат відхилення (СКВ) між ними на всьому проміжку (рис. 3.).

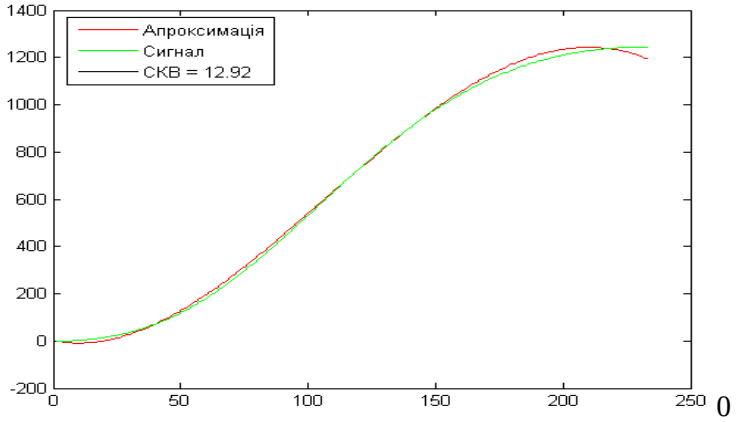


Рис.3. Накладання апроксимаційної кривої та визначення СКВ

Через недосконаліть моделі, другу фазу добудовано до часу близько 0.78 с (рис. 4.).

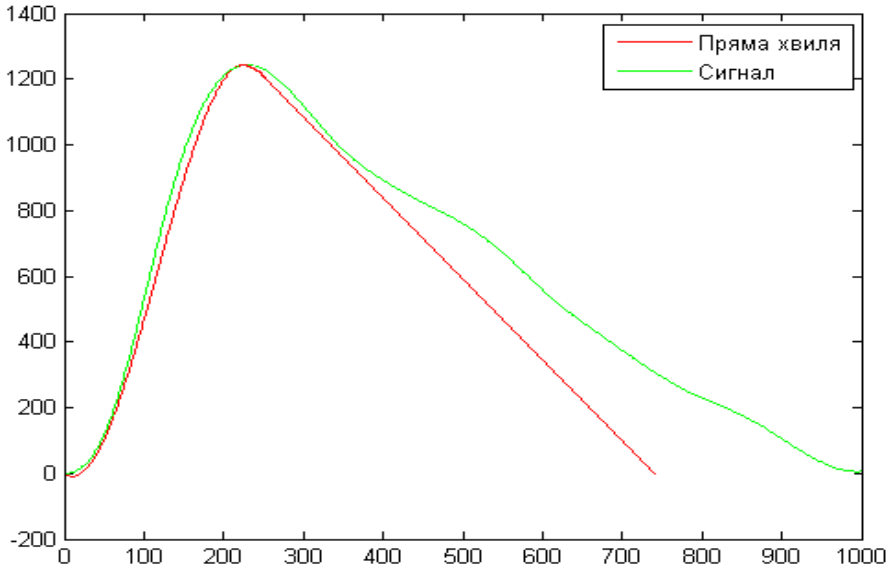


Рис. 4. Пряма хвиля відтворена по моделі та виміряний сигнал

Оскільки, час тривалості першої фази приблизно співпадає з часом її тривалості в моделі, де час тривалості закладено 0.78 с. Якщо добудовувати експоненційну залежність для другої фази до часу 1 с, то вона увійде до від'ємних значень. Для повноцінної побудови моделі в масштабі тривалості в 1 с, необхідно пропорційно нарощувати значення тривалості в часі для обох фаз. Але це нам не завадить, визначити параметри амплітуди та фази для відбитої хвилі можна на проміжку 0.78 с, бо далі вже йде спад та затухання. Також необхідно не забути змінити в моделі крок розрахунку кривої, та зменшити його до 0,001 відповідно до частоти дискретизації сигналу. Тепер на проміжку часу до 0.78 с ми зможемо виділити частину відбитої хвилі, яка нас цікавить та дізнатися її параметри. Віднявши від масиву значень повної хвилі пряму, отримуємо приблизний вигляд відбитої хвилі (рис. 5.):

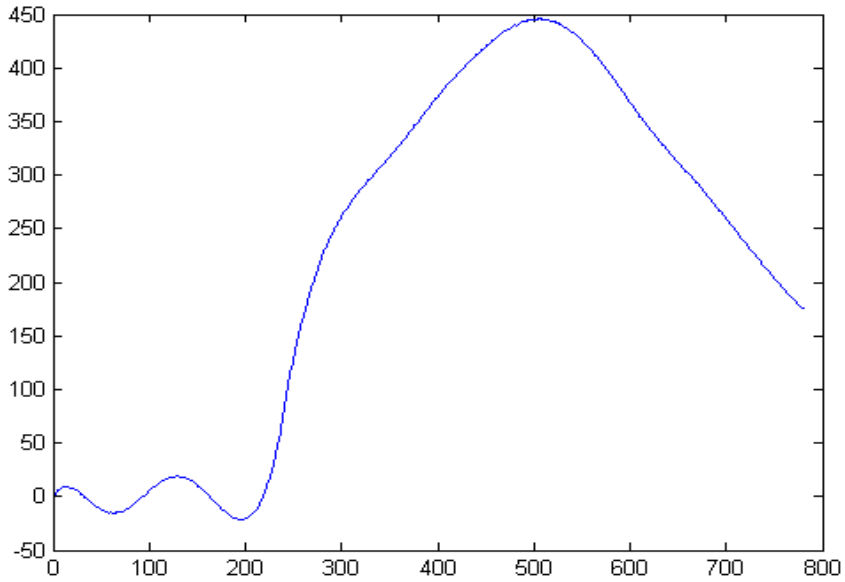


Рис. 5. Виділена відбита хвиля

Нерівності на початку зумовлені різницею між першою фазою сигналу та її апроксимацією. Зі співвідношення амплітуд відбитої хвилі (447) до амплітуди прямої хвилі (1243) визначаємо коефіцієнт відбиття, який рівний 0,36. Користуючись зручними матричними операціями у Matlab визначаємо кількість відліків між максимальними значеннями амплітуди прямої та відбитої хвилі для знаходження фази, що складає близько 0,26 с.

УДК 519-7:615.841

ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ

О. А. Ерошенко[1], И. В. Прасол[2]
[1]Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра Электронных вычислительных машин,
E-mail: olha.yeroshenko@nure.ua
[2]Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра Биомедицинской инженерии,
E-mail: igor.prasol@nure.ua

Some issues of modeling the electrical stimulation curve are considered, taking into account the presence of three modes: subthreshold, threshold and suprathreshold. An approximation of this curve based on a third degree polynomial is proposed and performed. The results obtained can be used in the selection of individual effects of electrical stimulation during one session, as well as with extrapolation during the entire rehabilitation process.

Электрический ток, применяемый в электростимуляции для получения вызванных мышечных сокращений, характеризуется большим числом различных параметров. Множество этих параметров дает возможность получить самые разнообразные варианты электростимуляции. Однако далеко не каждый возможный вариант электростимуляции обладает достаточно высокой терапевтической эффективностью.

Электростимуляция, как правило, – это лечебное применение электрического тока с целью усиления двигательной активности скелетных мышц, а также гладких мышц внутренних органов. Для этого используют экспоненциальные или прямоугольные токи в виде одиночных импульсов или серии импульсов с паузами между ними, диадинамические, синусоидальные модулированные токи, ритмический постоянный ток, а также другие токи, приближающиеся к параметрам биопотенциалов стимулируемых мышц или органов. Например, для проведения электростимуляции двигательного аппарата применяются электрические импульсы различной частоты [1-2].

По мере увеличения интенсивности стимула амплитуда сокращения мышцы возрастает, т.к. в процесс возбуждения вовлекается все большее количество менее возбудимых мышечных волокон. При максимальном сокращении в процесс возбуждения и сокращения вовлечены все волокна мышцы. Поэтому дальнейшее повышение интенсивности стимула не сопровождается повышением амплитуды сокращения.

Терапевтическая электростимуляция должна сопровождаться оптимальными параметрами стимулирующих импульсов для каждого конкретного пациента или группы стимулируемых мышц. Это вызывает необходимость моделирования кривой электростимуляции для проведения априорных аналитических расчетов [3-5].

В связи с этим предлагается построения такой модели в виде полинома определенной степени.

Модель представлена в форме

$$Fм\ (x) = q_0\, x^m + q_1\, x^{m-1} + ... + q_m,$$

где m – степень полинома модели;

x – выбранная текущая амплитуда стимулов;

q – вектор параметров модели, $q = (q_0, q_1, ..., q_m)$.

Исследования показывают, что оптимальным является m=5. На этой основе построена модельная траектория объекта электростимуляции (рис. 1), определены коэффициенты полинома (q = -0.8455 8.5158 -28.5341 39.403 0 181.4599) и оценена точность модели с помощью модуля максимального отклонения $\varepsilon = max|y_i - y_{мi}|$, где $y_{мi}$ – значения отклика, рассчитанные с помощью модели, а y_i - экспериментально полученные данные.

Достоинство состоит в возможности использовать данную модель и с экстраполяцией результатов, причем такая экстраполяция происходит в ходе многократных последовательных процедур. Предположим, в течение N сеансов, которые проводятся каждый день или через день в зависимости от методики. По результатам предыдущей стимуляции прогнозируется дальнейшее поведение так, чтобы оперативно выйди на пороговую стимуляцию.

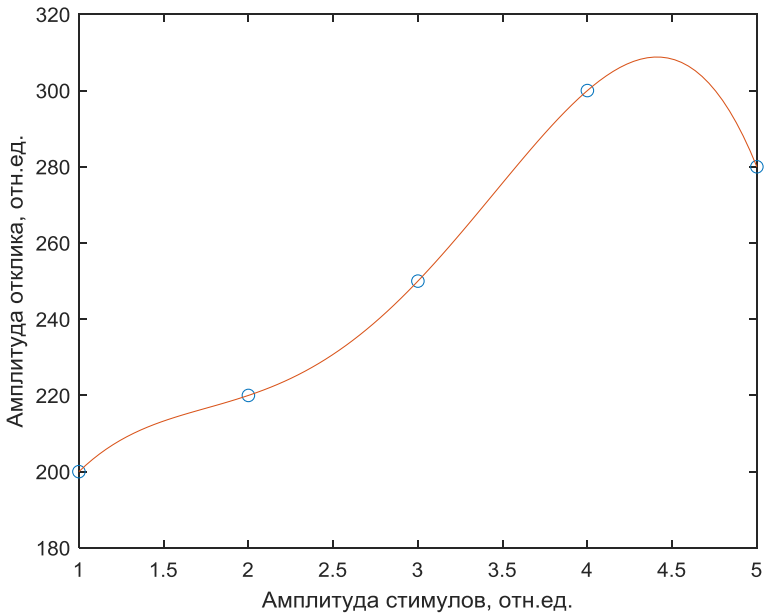


Рис. 1. Модельная траектория объекта

Предложенная модель электростимуляционной характеристики, основанная на аппроксимации данной зависимости полиномом пятой степени, может быть использована для адаптивных процедур электростимуляции, а также выхода на оптимальный режим в течение ряда сеансов реабилитации. Погрешность находится в допустимых для практики пределах, что позволяет использовать такую модель в ходе инженерной деятельности при построении устройств адаптивной электростимуляции.

Перечень ссылок:

1. Yeroshenko O., Prasol I., Datsok O. Simulation of an electromyographic signal converter for adaptive electrical stimulation tasks. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2021. № 1 (15). С. 113-119. DOI: https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.15.113.

2. Дацок О.М., Прасол І.В., Єрошенко О.А. Побудова біотехнічної системи м’язової електростимуляції. *Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання*. 2019. № 13 (1338). С. 165 – 175. DOI: https://doi.org/10.20998/2411-0558.2019.13.15.

3. Himori K., Tatebayashi D., Kanzaki K., Wada M., Westerblad H., Lanner J.T. Neuromuscular electrical stimulation prevents skeletal muscle dysfunction in adjuvant-induced arthritis rat. *PLoS ONE*. 2017. Vol. 12 (6).

4. Yeroshenko O., Prasol I., Trubitsyn O., Rebezyuk L. Organization of a Wireless System for Individual Biomedical Data Collection. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2020. Vol. 9. No. 4. Pp. 2418-2421. DOI: https://doi.org/10.35940/ijitee.D1870.029420.

5. Vysotska O.V., Bespalov Y.G., Pecherska A.I., Koval S.M., Lytvynova O.M., Dyvak A.M., Maciejewski M., Kalizhanova A. Mathematical simulation of the structure of pulsed arterial pressure relations with vascular damage factors in patients with arterial hypertension. *Information Technology in Medical Diagnostics II*. 2019. P. 47-53.

УДК 004.93

МЕТОДИ ВИДІЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОЗНАК ДЛЯ НЕЙРОННОГО ІНТЕРФЕЙСУ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕЛЕКТРОМІОРГРАМИ

П. І. Ізюмкін, А. В. Соломін
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: petro.i.izyumkin@gmail.com, andr-sol@i.ua

The work is devoted to improving the neural interface used in control devices for neuroprostheses and neuroexoskeletons. It is proposed to modify the procedure of identifying information features from the sEMG

signal. These features further serve as input data for neural networks. The basis of such modification is transformation of the frequency representation of signal information into an amplitude one.

Вступ. Актуальність роботи пов’язана з задачею створення нейронного інтерфейсу на основі поверхневої електроміограми (sEMG) у зв'язку з проблемою управління нейропротезами і нейроекзоскелетами. Зокрема, для такого управління можуть використовуватися інформаційні ознаки, виділені з сигналів sEMG скорочення залишкових м'язів кукси.

Однак, структура і функціонал такого інтерфейсу характеризуються надзвичайною складністю через складність самої sEMG, що є результатом інтерференції сигналу, реакції м'язової тканини, а також різних шумів і перешкод. Тому традиційно для вирішення такого завдання використовуються нейронні мережі з глибоким навчанням.

Метою роботи є аналіз та оптимізація методів виділення з сигналів sEMG інформаційних ознак, які слугуватимуть вхідною інформацією для нейронної мережі.

Основна частина. Основою для створення нейронної мережі є вибір структури самої мережі і вхідних інформаційних ознак, за якими надалі відбувається диференціація сигналів. Структура і ознаки тісно пов'язані один з одним, оскільки для ефективної роботи нейронної мережі набір вхідних ознак повинен відповідати особливостям роботи цієї мережі. Для виділення ознак з sEMG сигналів найчастіше використовують ряд математичних методів аналізу сигналів: статистичні методи, перетворення Фур'є, вейвлет перетворення.

Кожен з цих традиційних методів виділення інформаційних ознак має свої переваги, проте не дозволяє повністю задовольнити вимоги, що пред'являються до нейронного інтерфейсу, перш за все щодо надійності класифікації м'язових зусиль пацієнта, які викликали конкретний sEMG сигнал.

У даній роботі пропонується модернізувати метод виділення інформаційних ознак. Основою такої модернізації є перетворення частотного представлення інформації сигналу в амплітудне, а обґрунтування полягає в наступному. sEMG являє собою складний нелінійний сигнал, результат інтерференції безлічі більш простих сигналів. У міру зростання кількості складових в загальній сумі і зростання частоти імпульсів в складових сигналах відбувається зміщення спектру sEMG в сторону високих частот. Така особливість сигналу створює передумови для його аналізу за допомогою перетворення частоти в амплітуду. Для цього автором розроблено відповідний засіб.

Висновки. Є підстави вважати, що застосування перетворення частотного представлення інформації сигналу sEMG в амплітудне для отримання інформаційних ознак нейронної мережі дозволить поліпшити надійність класифікації керуючих сигналів, що надходять на м'яз. Дослідження можливостей використання нейронних мереж для задач створення нейронного інтерфейсу зараз досить поширені, але метод перетворення sEMG сигналу в амплітудний є новим і перспективним в плані використання його для удосконалення якості диференціації ознак для нейронної мережі, а отже і якості нейронного інтерфейсу.

Перелік посилань:

1. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу /Дж. Э. Холл. – Пер. с англ.; Под ред. В. И. Кобрина, М. М. Галагудзы, А. Е. Умрюхина. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Логосфера, 2018. - 1328с.

2. Медицинская биофизика: учебник для вузов / В. О. Самойлов.– 3-е изд., испр.и доп. – СПб. : СпецЛит, 2013.– 591 с.

3. Cene V.H., Balbinot A. Enhancing the classification of hand movements through sEMG signal and non-iterative methods. *Health Technol.* 9, p. 561–577 (2019). doi:10.1007/s12553-019-00315-6.

4. Ярыгин А. А., Айтбаев Б. Х., Канышев А. Ю., Алексеева Е. А. Применение методов глубокого машинного обучения искусственных нейронных сетей для проектирования алгоритмов распознавания электромиографических сигналов в бионических протезах. *Вопросы радиоэлектроники.* 2019. № 5. С. 64–75. doi:10.21778/2218-5453-2019-5-64-75.

5. Waris A., Niazi I. K., Jamil M., Englehart K., Jensen W., & Kamavuako E. N. Multiday Evaluation of Techniques for EMG Based Classification of Hand Motions. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.* 2018. 1–1. doi:10.1109/jbhi.2018.2864335.

УДК 159.99

ІНТЕРАКТИВНИЙ МЕТОД ПСИХОДІАГНОСТИКИ ДІТЕЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ПСИХОЛОГІЧНОГО НАСИЛЬСТВА

А. В. Кабанцева[1], К. Г. Селіванова[2]
[1]Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України»
[2]Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail: [1]avk111-111@ukr.net, [2] selivanova_kg@ukr.net

The current challenges facing children cause difficulties in psychological balance and damage to mental health. To detect the early signs of psychological violence in school-aged children, a computerized system was developed to assess and monitor their psycho-emotional status. The development optimizes the work of the psychologist, improves the process of psychological diagnosis, and helps to improve the level of assistance.

Вступ. Постійні виклики сучасності, такі як: збройний конфлікт та пов'язані з ним страхи і тривога, соціально-економічні негаразди, популяризація дезінформації, конфлікти в сім'ї та групах однолітків, все це призводить до погіршення психологічної рівноваги та завдавати втрат психічному здоров'ю дітей у вигляді психологічного насильства [1-5]. Тому актуальним завданням сучасної психології та психотерапії є розробка відповідного інтерактивного інструменту психодіагностичного спрямування [3-5].

Основна частина. Задля раннього виявлення ознак психологічного насильства серед дітей шкільного віку на меті стояло розробка комп'ютеризованого комплексу для оцінки їх психоемоційного стану [3-5].

Комп'ютеризований комплекс було розроблено у рамках виконання науково-дослідної роботи за запитом МОЗ України «Розробка технології медико-психологічної реабілітації та соціальної абілітації дітей, які зазнали психологічного насилля» (термін виконання 2020-2022 рр., номер держреєстрації - 0120U101301).

Створений діагностичний комплекс спрямовано на проведення експрес-діагностики емоційного стану дитини. Він представлений двома широковідомими, стандартизованими, надійними психологічними методиками та анкетою: авторська анкета (персональні дані про дитину, її скарги, пережиті психотравматичні події, інше); тест 1 - методика «Дитячий опитувальник неврозів» (ДОН, авт. Колектив Седнєв В.В., Збарскін З.Г., Бурцев А.К.) - для діагностики невротичних проявів; тест 2 – методика «Шкала депресії М. Ковач» - для діагностики депресивних ознак. Проведення діагностики за даним комплексом дозволяє у першу чергу, діагностувати «сірість» відповідей респондента, а також виявити негативний настрій і самооцінку, міжособистісні проблеми, порушення поведінки, неефективність у школі, прояви астенії, ангедонії, порушення сну, наявність тривоги й вегетативних розладів.

У головному меню спеціалізованого програмного забезпечення є чотири основні вкладки: «Функції», «Методики», «Додаткові відомості», «Вихід», які складаються з допоміжних функцій для виконання інтерактивного та віддаленого тестування. Також був розроблений зручний інтерфейс для занесення даних учасника тестування, коментарів психолога, результатів автоматизованої діагностики. Приклади зображень інтерфейсу діагностичного комплексу представлено на рис. 1 [1-2].

Під час діагностичної роботи психологу надається можливість вносити свої коментарі у співбесіді на початку проведення тестування. Результати самого тестування зберігаються в окремому файлі й форматі, що зчитуються тільки за допомогою спеціалізованого програмного засобу.

З використанням розробленого інструментарію проведено психологічну діагностику дітей, які зверталися за медико-психологічною допомогою у державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України». У дослідженні взяли участь 48 осіб, у віці від 11 до 16 років. Середній вік складає – 13,2 роки. Гендерний розподіл склав: 54,6% дівчаток і 46,2% хлопців.

За результатами проведеної діагностики встановлено, що 33,6 % респондентів мали порушення поведінки; 29,4 % - зниження настрою; 24,2 % - порушення сну; 25,2% - астенія; 15,6% - тривога. За рівнями результати представлено у табл. 1.

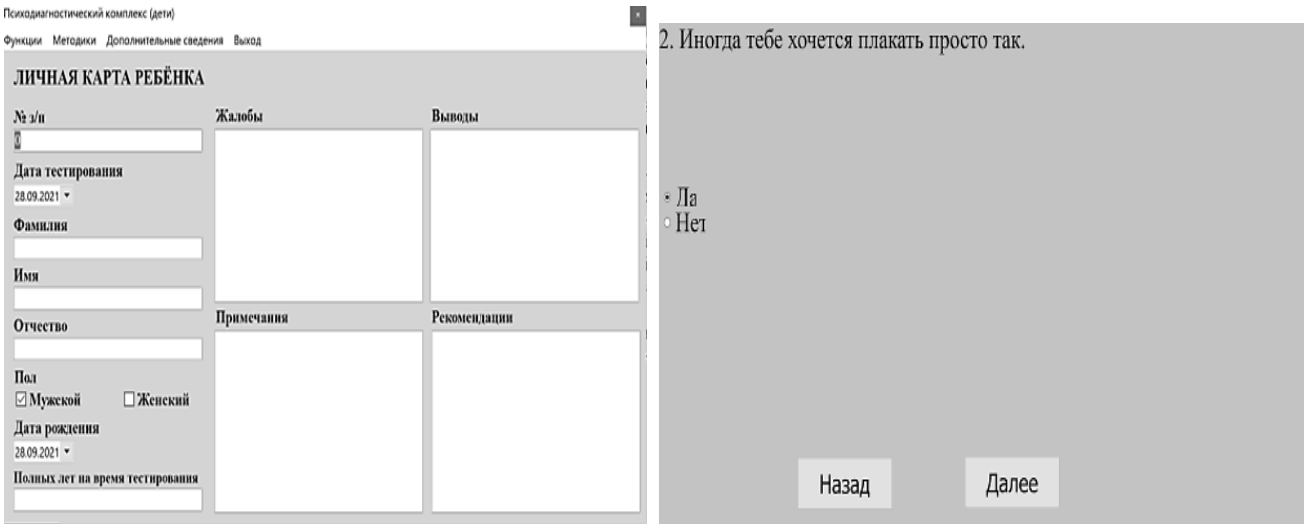


Рис. 1. Приклади зображення інтерфейсу психодіагностичного комплексу

Таблиця 1. – Ознаки невротичних проявів серед дітей

Показник	Високий рівень	Середній рівень
Порушення поведінки	21 %	12,6 %
Порушення сну	21 %	4,2 %
Астенія	16,8 %	8,4 %
Вегетативні розлади	8,4 %	19,2 %
Тривога	7,2 %	8,4 %
Депресія	8,4 %	21 %

За результатами діагностики 33,6 % респондентам (16 осіб) рекомендована поглиблена діагностика для уточнення актуальних психологічних проблем дітей.

Висновки. Розроблений інструмент оцінки психоемоційного стану із використанням інтерактивного методу надав ефективний результат об'єктивного виявлення категорії осіб, які зазнали психологічного насильства та мали психоемоційний дисбаланс.

Перспективами подальших розробок є створення комп'ютеризованого комплексу для поглибленої діагностики осіб, які зазнали психологічного насильства, зокрема конкретизація причин виникнення тривожності, уточнення варіацій агресивності, виявлення суїцидальних ризиків.

Перелік посилань:

1. Кабанцева А. В. Информатизация процесса психодиагностики / А. В. Кабанцева, К.Г. Селиванова. *Інформаційні системи та технології в медицині: зб. наук. пр. II Міжн. наук.-прак. конф. (ICM-2019).* – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім.. М.Є. Жуковського «Харків. Авіа. Ін.-т», 2019. С. 41-43.

2. Кабанцева А. В., Селіванова К. Г. Методологічні підходи до сучасних інформаційних технологій оцінки психічного здоров'я. *Інформаційні системи та технології в медицині: зб. наук. пр. III Міжн. наук.-прак. конф. (ICM–2020)*: зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. С.72-73.

3. Панченко О. А., Кабанцева А. В., Симоненко О. Б. Нові організаційні підходи до медико-психологічної допомоги дітям в умовах антитерористичної операції. *Вісник Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди. Серія «Психологія»*. Харків, 2017. №55. С. 192–203.

4. Кабанцева А. В., Костін Д. О. Дитина у турбулентному часі. *The 9th International scientific and practical conference "Dynamics of the development of world science"* (May 13-15, 2020). Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. 1142 p. С. 543-549.

5. Кабанцева А.В. Колаборація психологів, лікарів, педагогів у роботі з дітьми, які мають емоційні порушення. *Теорія та практика сучасної психології*. Запоріжжя. 2019. Вип.1. С. 134-138.

УДК 004.624

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ПРИРОДНО-МОВНИХ ТЕКСТІВ ПРИ РОБОТІ З ОНТОЛОГІЯМИ НА ПРИКЛАДІ ДІАЛОГОВОЇ СИСТЕМИ ЗА МАТЕРІАЛАМИ «БІЛОЇ КНИГИ З ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ В ЄВРОПІ»

В. В. Каверинський
Інститут проблем матеріалознавства НАН України, Київ, Україна
E-mail: insamhlaithe@gmail.com

The work is devoted to the peculiarities of the implementation of a dialogue reference system for rehabilitation support. The work with two different types ontologies is considered: the first contains atomized entities with intersections between them characterize certain cases of the subject area, which are bound to texts of answers and explanations; the second type is an oriented n-ary graph with typed relationships and nodes. Particular attention is paid to the analysis peculiarities of natural language user's phrases when working with the first and second type of ontology.

Одним з актуальних завдань розвитку способів людино-машинної взаємодії є створення природно-мовних інтерфейсів баз даних і баз знань. Окремої уваги заслуговують графові бази даних онтологічного типу. На даний час існує ряд наукових робіт, наприклад [1-2], що торкаються зазначеної проблематики. Задача є досить неоднозначною, через те, що графові бази можуть мати значну структурну варіативність, що обумовлює необхідність індивідуального підходу при створенні формальних запитів. Для флективних мов зі складною граматичною структурою і високою варіативністю висловлювань, наприклад Української, проблема додатково ускладнюється і є на даний час недостатньо розробленою.

Графові бази даних мають певні переваги для цілого ряду випадків, зокрема для опису понять певної предметної області і зв'язків між ними – онтологій. Часто зазначають, що графова база даних, на відміну від реляційної, не потребує наперед визначеної схеми. Поте, при створенні онтологій, розробник, так чи інакше, повинен прийняти ряд положень, на базі яких буде створюватись конкретний граф. У онтологічному інженірінгу не існує єдиного правильного способу побудови графової бази даних, принципи, за якими створюється онто-граф, в кожному випадку виходять з таких чинників, як природна структура вихідних даних, призначення онтології, спосіб створення і поповнення (ручний чи автоматизований), повнота представлення зв'язків між поняттями предметної області.

В поточній роботі розглянута робота з двома принципово різними за структурою онтологіями на прикладі створення діалогової довідкової системи на базі «Білої книги з фізичної та реабілітаційної медицини в Європі» [3]. Перший містить атомізовані сутності, між якими утворені поєднання, які характеризують певні питання предметної області, що прив'язані за допомогою ObjectProperty до посилань на тексти відповідей і пояснень. Повні тексти відповідей зберігаються у окремій базі даних документного типу під управлінням MongoDB. Другий тип являє собою орієнтований n-арний граф з широкою типізацією зв'язків і вершин. Онтологія першого типу задіяна для словника понять «Білої книги», у другому типі представлено більш повно її зміст.

Створення онтологій першого типу досить легко автоматизується. Вони більш підходять для довідкових систем словникового типу і при роботі з вихідними текстами з регулярною структурою. При роботі з ними з фрази користувача виокремлюються значущі сутності. Для підвищення імовірності отримання відповіді проводитися серія редукцій отриманого набору сутностей. Редукції виконується у послідовності потенційного зниження релевантності (спочатку відкидаються менш значущі слова). На основі первинного набору і ряду варіантів редукції будується пакет формальних запитів на мові SPARQL чи Cypher (у поточній реалізації задіяно СУБД Neo4j і мову запитів Cypher). Запити створюються за уніфікованим шаблоном, до якого підставляються сутності з певного набору. Використання кожного наступного варіанту редукції знижує потенційну релевантність відповіді але підвищує вірогідність її отримання. Додатковим фактором є розміщена в онтології інформація частоти зустрічі прив'язаних понять у відповідному фрагменті тексту. Значущі поняття з числа прив'язаних, які зустрічаються у тексті два і більше разів, вважаються більш вагомими. Особливістю такого підходу є можливість отримання набору відповідей (чи то на один запит, чи на ряд запитів, отриманих за рахунок редукції вихідних сутностей). З одного боку, це надає користувачеві додаткову інформацію щодо імовірно пов'язаних питань, але з іншого боку, подібна ситуація вимагає додаткового визначення основної (найбільш релевантної відповіді) і відсіву таких з низькою релевантістю. Тому даний підхід також потребує сортування отриманих відповідей за ступенем релевантності, для чого нами було запропоновано спосіб обчислення спеціальної метрики.

Робота з онтологією другого типу вимагає більш глибокого семантичного аналізу вихідної фрази. Проте, вона надає можливість отримання більш конкретизованих відповідей. Метою семантичного аналізу є визначення семантичного типу (типів) вхідної фрази, що висловлює намір користувача і конкретних понять з ним пов'язаних. В основі запропонованого нами методу є підхід заснований на дереві прийняття рішень, коли аналіз відбувається поетапно, і на кожному кроці враховується лише декілька факторів, що дозволяє виключити варіанти, які не потребують подальшого розгляду. Алгоритм визначення триває до тих пір, поки не виявляться всі необхідні та достатні умови для певного семантичного типу. Метод також дозволяє в цьому ж процесі виділити сутності для підстановки до формального запиту. Алгоритм можна описати як рамку, що проходить через синтакчичну послідовність і на кожному кроці приймає рішення з переходу до певної вершини визначального дерева. Докладно алгоритм описано у нашій роботі [4]. Отримані з фрази користувача сутності не підставляються напряму до шаблону формального запиту. Перед ініціалізацією змінних шаблону запиту виявленими сутностями проводиться їх приведення до найбільш близьких понять наявних в означеній онтології. Такий підхід обумовлено тим, що сутності у вершинах графу можуть бути представлені довгими фразами, повне спів падіння яких з отриманими поняттями вихідними є маловірогідним.

Реалізація зазначених діалогових систем наразі доступна за посиланнями: https://whitebook.ai-service.ml – «Біла книга»; https://wb-dictionary.ai-service.ml – словник «Білої книги».

Розроблено методи семантичного аналізу природної мови флективного типу, зокрема української, для створення формальних запитів на мовах SPARQL і Cypher до графових баз даних онтологічного типу з різним типом структурування. Створено інтерактивні діалогові системи супроводження реабілітації на базі «Білої книги з фізичної та реабілітаційної медицини в Європі» і словнику «Білої книги», у яких задіяні зазначені підходи. Запропоновано метод аналізу, що базується на дереві прийняття рішень, який дозволяє вибрати відповідний тип формального запиту і ініціалізувати його змінні відповідними сутностями з вихідної природно-мовної фрази.

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)».

Перелік посилань:

1. Shaik S. Transforming natural language query to SPARQL for semantic information retrieval / S. Shaik, P. Kanakam, S.M. Hussain, D. Suryanarayana // International Journal of Engineering Trends and Technology. – 2016. – № 7. – P. 347–350.

2. Jung H. Automated conversion from natural language query to SPARQL query / H. Jung, W. Kim // Journal of Intelligent Information Systems. – 2020. – Vol. 55. – P. 501–520.

3. Біла книга з фізичної та реабілітаційної медицини в Європі [Online]. Available: https://nuozu.edu.ua/n/p/3794-bila-knyha-z-fizychnoi-ta-reabilitatsiinoi-medytsyny-v-yevropi [Accessed: September 21, 2021].

4. Litvin A. A. Tree-based semantic analysis method for natural language phrase to formal query conversion / A. A. Litvin, V. Yu. Velychko, V. V. Kaverynsyi // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2021. – № 2. – P. 105 – 113.

УДК 004.891

СИНТЕЗ ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ З ПІДТРИМКИ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ

Є. М. Кісельов[1], Н. І. Строітєлєва[2], В. Є. Кісельов[1]
[1]Запорізький національний університет,
кафедра мікроелектронних та електронних інформаційних систем,
[2]Запорізький державний медичний університет,
кафедра медичної та фармацевтичної інформатики і новітніх технологій
E-mail: enk.nmv@gmail.com, nina.str.nina@gmail.com

The software to simplify and accelerate the forming an expert group, which allows to obtain the relative individual competence, was developed. The application results can be used in the further procedure of processing expert assessments when creating subject knowledge bases. This will increase the efficiency of decisions made by developers of artificial intelligence systems.

Проектування якісних експертних систем (ЕС) передбачає відображення у технічному завданні вимог і побажань замовників, що втілюються і погоджуються за допомогою прототипів різного рівня складності. При розробці дослідницьких і демонстраційних прототипів ЕС використовують оболонки, які мають досить нерозвинений інтерфейс взаємодії з користувачами. Для вирішення цієї проблеми створюються додаткові додатки до оболонок ЕС, що мають зручний інтерфейс користувача і дозволяють підтримувати створення прототипів на всіх етапах розробки ЕС.

Експертна оцінка об'єктів предметної області при розробці ЕС суттєво впливає на повноту і якість знань, що отримуються при реалізації ЕС [1]. При формуванні групи розробників основною складністю є відбір експертів, що мають досвід у предметній області ЕС. Одним з підходів, який дозволяє отримати кількісну оцінку характеристик кандидатів при формуванні групи експертів, є визначення відповідних відносних коефіцієнтів компетентності [2]. Тому, з метою автоматизації цієї методики, було розроблено програмний додаток на мові С++. Початкові дані при цьому формуються у вигляді текстових файлів з перехресними оцінками кандидатів за допомогою логічних змінних.

На наступному етапі визначаються значення цілочисельної змінної, що відповідає значенню кількості кандидатів, які підлягають оцінювання і необхідна точність розрахунків відносних коефіцієнтів. Далі, за допомогою циклічних процедур формуються матриця оцінок і вектор початкових значень коефіцієнтів. В основній частині коду задіяна ітераційна процедура з розрахунку поточних величин компетентності, ознакою закінчення якої є досягнення необхідної точності отриманих даних.

Результати тестування додатку показують, що ітераційна процедура визначення компетентності експертів швидко сходиться після проведення не більш чотирьох обчислень при заданій точності значень розрахунків на рівні 0,01. Це свідчить про швидку стабілізацію отриманих коефіцієнтів. Відносні індивідуальні коефіцієнти компетентності, отримані за допомогою додатку, можуть бути збережені і довизначені за результатами обробки індивідуальних оцінок об'єктів при здійсненні експертного оцінювання.

Таким чином, розроблене програмне забезпечення дозволяє спростити і прискорити процес формування експертної групи і отримати початкові значення відносної компетентності фахівців для використання у подальшій процедурі обробки експертних оцінок при створенні баз знань, що підвищить оперативність та інформативність рішень, які приймаються розробниками інтелектуальних програмних засобів.

Перелік посилань

1. Зибін С. В. Підсистеми і модулі системи підтримки прийняття рішень. Алгоритми функціонування. *Телекомунікаційні та інформаційні технології.* 2017. №. 4. С. 58–70.

2. Експертні системи в медицині / Ю. С. Синєкоп, А. М. Продеус, Є. Я. Швець та ін. Запоріжжя: В-во ЗДІА, 2014. 332 с.

УДК 004.9

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ DATA MINING ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙНОГО СТАНУ ОПЕРАТОРА ЗА ДІЇ ПРОФЕСІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

О. А. Кривова, Л. М. Козак
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН України та МОН України,
E-mail: ol.kryvova@gmail.com

The purpose of the paper is to test the information technology for classifying human health using a set of Data Mining methods for establishing the connection between HRV indicators and the efficiency of the operator's activity. Using cluster analysis, groups by the type of vegetative regulation were determined (by mRR, SDNN, LF / HF, (VLF + LF) / HF) at rest).The hypothesis about the influence of the type of vegetative regulation on the reliability of training tasks was tested. It was found in groups with high reliability of operator activity at rest found statistically significantly higher rates of heart rate variation and total spectrum power.

Вступ. Останніми роками методи Data Mining знайшли застосування для розв'язання завдань діагностування різних захворювань, прогнозування станів пацієнтів. Психофізіологічні аспекти дослідження професійної діяльності операторів мають давню історію. Системний підхід до проблеми оцінювання надійності роботи операторів за умов різнорідних динамічних навантажень продемонстровано в роботах [1, 2].

Метою роботи є застосування інформаційної технології з використанням моделей та методів Data Mining для аналізу зв'язку змін функційного стану операторів з результативністю їхньої роботи за умови професійних навантажень.

Основна частина. Апробація розробленої ІТ класифікації донозологічних станів ССС [3] проводилась за даними експериментального дослідження надійності операторської діяльності у разі інформаційного навантаженні, виконаного співробітниками Науково-дослідного інституту проблем військової медицини ЗС України [1]. Для аналізу даних застосовували середовище Data Miner STATISTICA 10.

Стан регуляторних механізмів ССС вивчався за реєстрацією ЕКГ у 70 курсантів під час тренувального процесу. Аналіз здійснено за основними показниками ВСР – статистичні характеристики, складники спектру в діапазонах ULF, VLF, LF, HF.

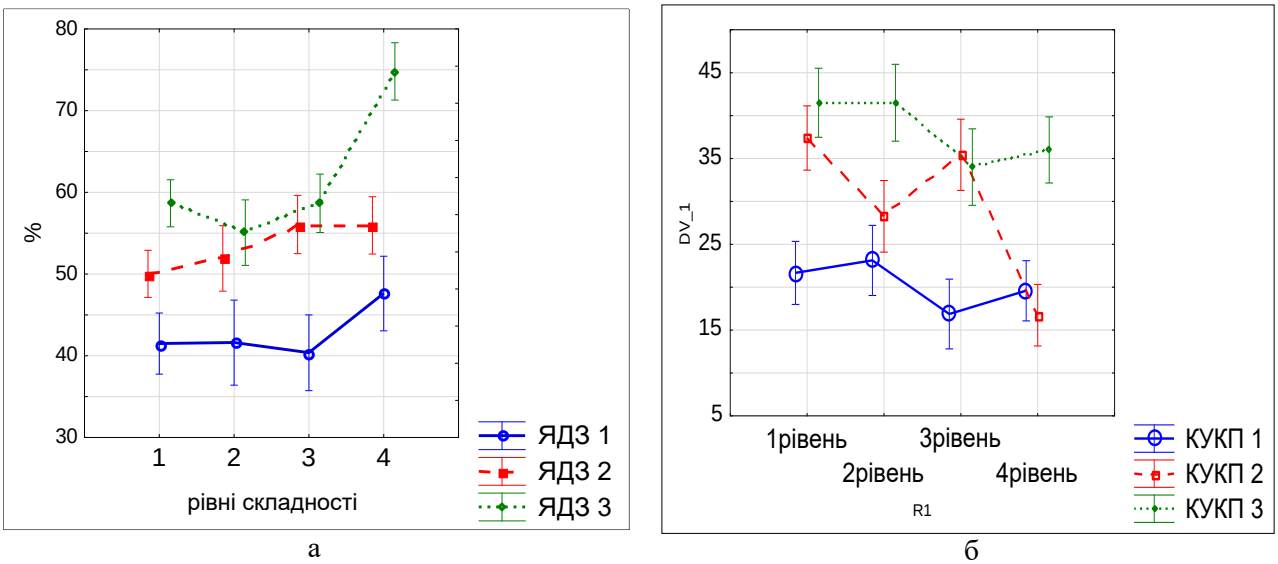
Тренувальний процес складався з різних за інформаційним навантаженням завдань тест визначення якості динамічного запам'ятовування (ЯДЗ); тест визначення швидкості і точності реакції (реакція на рухомий об'єкт – РРО); тест визначення концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті (КУКП) [1].

Кожен з тестів мав декілька рівнів складності: змінювались інформаційне навантаження, швидкість його пред'явлення. Результативність виконання вимарювалась в процентах помилок, швидкості реагування.

Перевірено гіпотезу про вплив типу вегетативної регуляції серцевої діяльності на надійність виконання тренувальних завдань, за допомогою кластерного аналізу були визначені групи за типом вегетативної регуляції за показниками mRR, SDNN, LF/HF, (VLF+LF)/HF) в стані спокою. До групи симпатоніків увійшли 42 осіб, до ваготоніків - 28 операторів. Не виявлено суттєвих відмінностей між двома групами (симпатотоників і вагусників) як в змінах показників на етапах виконання тестів, так і в показниках результативності на кожному рівні складності тесту.

Проведено пошук відмінностей в результатах виконання кожного з тестів методами кластеризації. Визначено групи за динамікою результатів, наприклад для тесту ЯЗД за динамікою показників (% помилок, час відповіді) було виявлено три групи з різною результативністю (рис. 1 а). На рис. 1 б наведено динаміку помилок для тесту КУКП.

Після аналізу результативності виконання всіх етапів тренувального процесу виявлено дві групи: 1 – НОД В (19 осіб, які показали найвищу результативність) - високу надійність операторської діяльності, 2 – НОД Н (48 осіб з низькою надійністю).



а б

Рис. 1. Зміни результативності виконання тестів в 3-х групах а) ЯЗД, б) КУКП

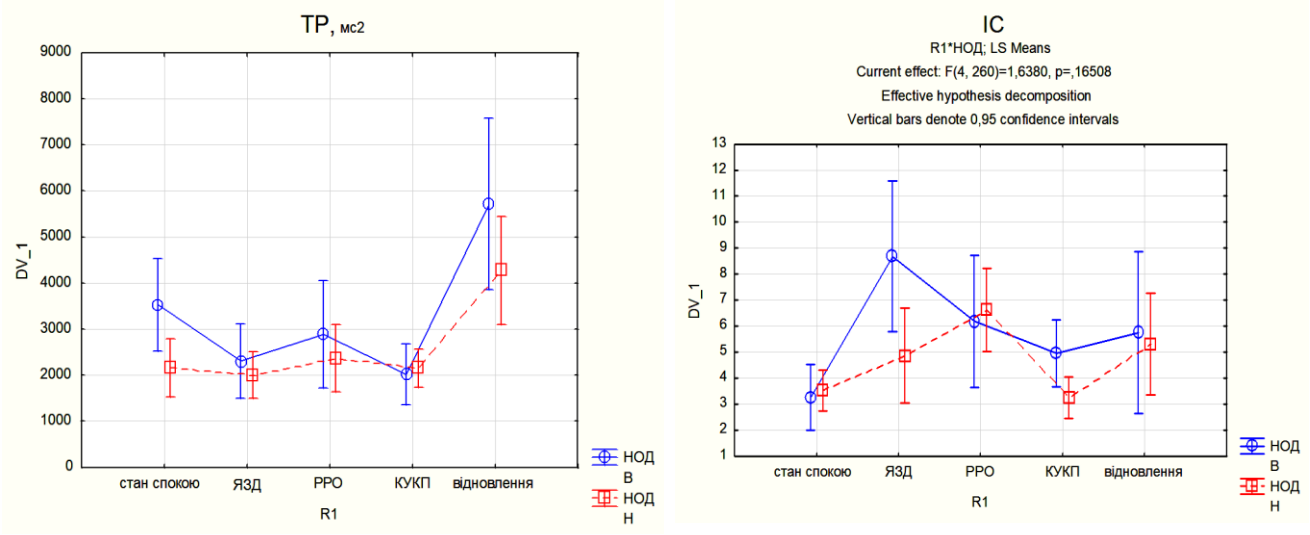


Рис. 2. Динаміка змін загальної потужності спектру (ТР), індексу централізації (ІС) в групах з високою і низькою надійністю на всіх етапах тренування

Аналіз змін показників функційного стану у групах з високою і низькою надійністю наведено на рис. 2. Визначено, що найбільші відмінності між групами з різною НОД були на етапі виконання тесту ЯЗД.

Висновки. За використанням ІТ класифікації функційного стану визначено специфічні зміни показників ВСР у операторів, які виникають під впливом різного роду динамічних інформаційних навантажень. Навантаження динамічного запам'ятовування та швидкісного реагування викликають більші зміни показників ВСР, ніж навантаження концентрації уваги та обсягу запам'ятання. Визначено дві групи за результативністю виконання тренувальних навантажень.

Виявлено, що є відмінності між групами операторів з високою і низкою надійністю діяльності, а саме у групи з високою НОД в стану спокою статистично значимо вище показники варіації серцевого ритму, загальної потужності спектру.

Перелік посилань:

1. Швець А.В., Кальниш В.В. Особливості впливу різних психофізіологічних станів на надійність операторської діяльності. *Військова медицина України.* 2009. № 1. С. 84–91.

2. Кальниш В.В., Швец А.В. Информационная технология психофизиологического обеспечения высокой надежности операторской деятельности. *Киберн. и выч. техн.* 2014. Вып. 177. С. 54-67.

3. Kryvova O., Kozak L. Information technology for classification of donosological and pathological states using the ensemble of data mining methods *Cyb. and Comp. Eng.* 2021. №1 (203) P.77-96

УДК 004.021: 004.422.833

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЗБИРАННЯ, КОДУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ОБЛІКОВИХ ДАНИХ УРГЕНТНИХ ТА ПЛАНОВИХ ПАЦІЄНТІВ ДИТЯЧОЇ ЛІКАРНІ

О. С. Крячок
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: alexandrkriachok@gmail.com

The given work presents a new information system – «Hospital Management Helper». It is a specialized automated system for collecting, coding and storing credentials of urgent and planned hospital patients. The software package implements a two-stage system of electronic records for more functional use of the obtained data. This makes it possible to fill out and save questionnaires in Offline mode and then transfer them to the site UDRG-System.com.

Вступ. Впровадження сучасних інформаційних технологій в галузі охорони здоров'я дозволяє не тільки забезпечити швидкий та простий доступ до даних пацієнтів медичним співробітникам, але й виконувати також попередній та узагальнений аналіз цих даних і прогнозувати виникнення захворювань певних груп населення у майбутньому, що дозволяє планувати та проводити необхідні превентивні заходи.

Як показує досвід застосування інформаційних технологій [1] медичним центром *Mount Sinai* (США) [2] впровадження інформаційних систем дозволяє зменшити кількість повторних звернень хворих протягом перших 30 діб на 58 відсотків.

Таким чином, створення інтегрованої медичної інформаційної системи є необхідною умовою проведення реформ, оскільки це важливо для концентрації лікарських ресурсів та підвищення якості надання медичних послуг.

Основна частина. Як відомо, документація у звіті про стан здоров'я пацієнта повинна відображати діагностику, ефекти, планування, дії та оцінку догляду за хворим. Медичні послуги є тією сферою, на яку може суттєво вплинути впровадження інформаційних технологій. Перетворення паперових документів у цифрові (форматовані) медичні записи, які містять загальну інформацію про пацієнта, його стан здоров'я та дані спостереження за хронічними захворюваннями має бути невід'ємною частиною ефективної системи охорони здоров'я [3]. При цьому також необхідно враховувати той факт, що успішна реалізація будь-яких IT-проектів у галузі охорони здоров'я критично залежить від сприйняття кінцевим користувачем зручності самої програмної системи.

Оскільки медичний персонал працює на передовій лінії клінічної системи охорони здоров'я, що часто пов'язано з необхідністю термінового доступу до важливих даних про пацієнтів та швидкого обміну інформацією між спеціалізованими відділеннями та/або лікарнями, то пропонується до впровадження нова інформаційна система – комп'ютерна програма «*Hospital Management Helper*» [4]. Це спеціалізована автоматизована система збирання, кодування та зберігання облікових даних ургентних та планових пацієнтів лікарні, яка має наступні основні характеристики:

– надійне та безпечне зберігання облікових даних пацієнтів;

– сумісність з UDRG-System.com (державний сайт для розрахунку вартості медичних послуг та вагових коефіцієнтів в закладах охорони здоров'я України);

– можливість внесення попередньо збережених даних у UDRG-System.com;

– стандартний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для кожного авторизованого користувача системи.

Висновки. Впровадження програмного комплексу «*Hospital Management Helper*» дозволить зменшити залежність від технічних умов (обмежень) під час внесення облікових даних пацієнтів на сайті *UDRG-System.com*, а саме, від його працеспроможності та доступності в *Online* режимі. В програмному комплексі реалізовано двоетапну систему внесення електронних записів для більш функціонального використання отриманих даних, що надає можливість заповнювати та зберігати анкети в *Offline* режимі у зручний (вільний від невідкладної роботи) час з наступною їх передачею на сайт *UDRG-System.com*. Також реалізовано обмеження доступу до редагування чи перегляду бази даних неавторизованим персоналом.

Інформаційна системи дозволяє не тільки модернізувати документообіг в лікарні та підвищити надійність збереження даних, але й відкриває нові можливості по покращенню надання медичних послуг, своєчасному сповіщенню працівників лікарні про пацієнтів, які потребують невідкладної медичної допомоги та дозволяє виконувати поглиблений аналіз облікових даних пацієнтів для прогнозування можливих проблем зі здоров'ям у майбутньому.

Таким чином, якість надання інформаційної складової медичних послуг потребує подальшого покращення, а ефективність та особливості застосування запропонованої системи підлягають подальшому дослідженню.

Перелік посилань:

1. С.М. Злепко, Т.І. Овчарук, А.А. Овчарук Огляд медичних інформаційних систем. Системи обробки інформації. 2011. № 3(93). С. 189-192.

2. The Mount Sinai Medical Center Wins Prestigious 2012 Davies Award of Excellence for its Electronic Medical Records (EMR) System. URL: https://www.mountsinai.org/about/newsroom/2012/the-mount-sinai-medical-center-wins-prestigious-2012-davies-award-of-excellence-for-its-electronic-medical-

records-emr-system.

3. Про електронні документи та електронний документообіг: Закон України № 851-IV. Редакція від 01.08.2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-15#Text.

4. Комп'ютерна програма «*Hospital Management Helper*». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 98039 // Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. 12.06.2020.

УДК 681.7.069

ОЦІНКА ПРОСТОРОВИХ КРИТЕРІЇВ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ГЕНЕРАТОРА НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ І ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ

С. М. Куліш, Ю. А. Волошин
Національний аерокосмічний університет ім.. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
61070, м.Харків, вул. Чкалова 17, E-mail: y.voloshyn@khai.edu

The model of the generator imager was analyzed and evaluated space criteria and physical mechanisms of influence of electromagnetic field of the generator on biological objects, taking into account the scheme of mutual location of the generator and the object of influence and the coefficient of corrosive action of the generator was determined.

В останні десятиліття ефективно проводяться дослідження, направлені на підвищення ефективності використання та розширення сфер застосування електромагнітних полів (ЕМП) в частотному діапазоні від 300 МГц до 300ГГц. Використання здатності ЕМП вказаного діапазону впливати та змінювати фізичні властивості речовин, або впливати на життєві функції біологічних об'єктів (БО) отримало назву інформаційно-хвильових технологій (ІХТ).

Основними перевагами технологічних процесів, реалізуючих ІХТ, по відношенню з традиційними, це екологічна чистота, значне зменшення часу отримання кінцевого результату та енергетичних і економічних витрат.[1-3]

На даний час інтенсивно вивчаються і практично використовуються електромагнітні випромінювання міліметрового діапазону наднизької інтенсивності (ЕМВ ММД). Під випромінювання низької інтенсивності розуміють таке випромінювання потужність, якого не перевищує 10 МВт/см^3. [1] Низька потужність потоку опромінення ЕМВ ММД дозволяє використовувати ці хвилі для вирішення завдань, що направлені на вивчення ефектів впливу електромагнітного коливання наднизької інтенсивності на БО. З метою вивчення біофізичного впливу ЕМВ ММД була проведена велика кількість експериментальних робіт, де в якості об'єктів дослідження були використані різні біологічні структури. Але серед отриманих даних єдиної думки про фізичні механізми взаємодії міліметрових хвиль з біологічними об'єктами не існує.

Залишається відкритим питання про склад ефективних параметрів і методів їх добору. Тому розробка нових фізіотерапевтичних методів і пристроїв для профілактики і лікування БО є більш складними комплексним завданням, дослідження ЕМП з оптимальними параметрами потребує проведення наукових досліджень в цьому напрямку.

Робота присвячена підвищенню ефективності біологічного впливу джерела електромагнітних коливань шляхом формування широкосмугового випромінювання радіочастотного діапазону наднизької інтенсивності з нетепловим (інформаційним) ефектом впливу.

Крім умов широкосмугового спектра електричних коливань збуджених імпульсним іскровим розрядом необхідно знати і просторові критерії впливу.

В роботі приведено синтез широкосмугового генератору для медичних використань, а також дослідження його характеристик. Проведено аналіз і моделювання просторових критеріїв впливу ЕМП імпульсного газового розряду на біоструктури (рис. 1) та з урахуванням: вимог безпеки (розряд при напрузі ~ 10 кВ), розмірів біоефективної зони, енергетичних характеристик впливу, діаграми направленості випромінювача, відстані між випромінювачем і БО (а можливо і контакт з біотканинами). У випадку контакту необхідно забезпечити гальванічну ізоляцію апаратних засобів з БО [4].

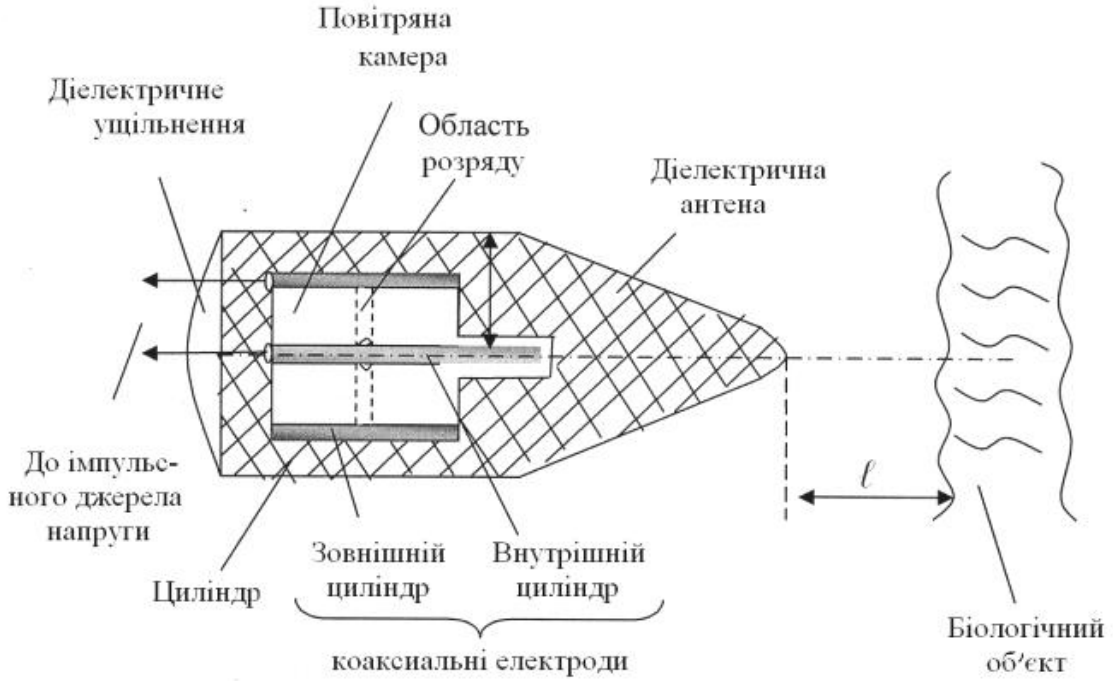


Рис. 1. Взаємне розміщення випромінювача і області впливу

Встановлено, що досліджуваний фізичний механізм впливу залежить від співвідношення між довжиною хвилі – λ електромагнітного процесу і відстані – ℓ від випромінювача до БО. Враховуючи цей критерій розглянуто три варіанти моделювання:

1) λ>>ℓ, хвильовий процес відсутній. При ℓ =1..10 см для f_1 до 300 МГц, ℓ =1 м, механізм впливу на біоструктуру пов'язаний переважно з компонентами напруженості електричного поля Е і в деякій мірі магнітного поля Н іскрового розряду.

Домінуючим діючим фактором впливу для такого випадку є струм зміщення $I_{зм}$ (рис. 2).

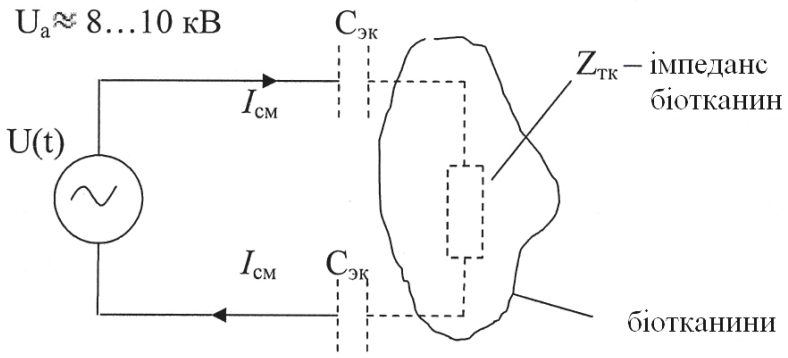


Рис. 2. Модель впливу струмом зміщення низькочастотної частини спектру

$$I_{зм}(w) \sim \frac{U(t)}{|Z|},$$
$$|Z| = R_{тк} + \frac{2}{w \cdot c_{эк}}, \quad (1)$$

де ω – кутовачастота гармонічної складової імпульсної напруги;

$C_{єк}$ – ємність до одиниць пікофарад і $I_{зм}$ не викликає енергетичної дії на БО.

Така модель відповідає впливу на БО до виникнення розрядного струму між електродами, а під час пробою виникає магнітна складова поля Н для інтервалу частот 1..50 Гц – 300 МГц. Значення індукційного струму в біотканинах

$$I_{інд} \sim \sigma_{тк} \cdot \omega^2 \cdot B(t) \quad (2)$$

де $\sigma_{тк}$ – провідність біотканини на частоті ω; B(t) – індукція магнітного поля.

Ця компонента впливу є слабко інтенсивною і подібна методам низькочастотної і високочастотної магнітотерапії.

2) $\lambda << \ell$, область впливу в хвилевій зоні, яка відповідає діапазону частот 30..300 ГГц. Механізми впливу визначаються: глибиною проникнення випромінювання, явищами скорочення довжини хвилі в біотканинах і інтерференціями, резонансним поглинанням міжмолекулярних структур, а також внаслідок резонансних поглинань за явищем Зеємана.

Локалізація впливу визначається діаграмою направленості антени випромінювання, а ефективний спектр КВЧ діапазону характеризується вибірковими властивостями антени.

3) $\lambda \approx \ell$, область впливу знаходиться в зоні, де можуть бути водночас два випадки $\lambda >> \ell$ і $\lambda << \ell$. Переважність того чи іншого механізму залежить від значення ℓ.

Випромінювач забезпечує вплив на біоструктуру в широкій полосі частот електричних, магнітних і електромагнітних процесів. Фізичні механізми впливу в низькочастотній і високочастотній областях структури суттєво відрізняються і залежать від значення параметрів λ, ℓ.

Для якісної і кількісної оцінки транспортування випромінювання КВЧ діапазону збуджених імпульсним іскровим розрядом запропоновано методологію і модель випромінювача, де в якості первинного джерела випромінювання вибрано коаксіальну систему електродів розрядника (збудник ЕМП), а направляючу функцію виконує діелектричний стержень (антена), поле якої дорівнює сумі полів всіх елементів вібраторів, а властивості направленості відповідають теорії антен бігучої хвилі [4, 5]. Тому для отримання загальних закономірностей процесу випромінювання в залежності від параметрів випромінювача та умов збудження розглянуто розподіл поля в розкриві діелектричного хвилеводу з хвилею H_{11} і урахуванням характеру амплітудного розподілу впродовж перерізу хвилеводу з наступними припущеннями: хвилі в випромінювачі паралельні поверхні, постійність електричних властивостей, відбитою хвилею знехтувано.

За результатами дослідження визначена дальня зона випромінювача для діапазону частот 30…300 ГГц, яка знаходиться в межах 0,7 мм $\leq R_{min} \leq$ 7 мм. $R_{\min} = \frac{2D^2}{\lambda}$, де $D = 2a$ – внутрішній діаметр хвильовода, а також коефіцієнт корисної дії ДСА, який складає $\eta_A \sim 0{,}99$ і свідчить про достатньо високу ефективність застосування ДСА в якості випромінювача в КВЧ діапазоні. Діаметр ДСА рекомендовано вибирати в залежності від діапазону частот випромінювання з припущенням найбільшої біологічної активності. В разі, коли такий діапазон не визначено, або невідомо, раціонально мати набір випромінювачів з розмірами, визначеними для інтервалу частот 30…300 ГГц. Розраховані діаграми спрямованості ДСА забезпечують необхідну просторову локалізацію впливу випромінювання на БО.

Перелік посилань:

1. Аппаратные методы исследования влияния электромагнитных полей на организм человека / В. П. Олейник, С. Н. Кулиш, В. В. Литвин. *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університеу ім. Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2007. Вип. 6/2007 (47), 1. С.47.

2. Коваленко О. И., Литвин В. В., Кивва Ф. В. Модификация биологической активности семен пшеницы низкоинтенсивным электромагнитным воздействием// *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського*.2007. №6, (47). С.36-44.

3. Аналіз взаємодії радіоімпульсного випромінювання з біологічно активними точками тварин / В. В. Гузенко, Н. В. Тітова, Г. М. Новіцький. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.* 2020. № 1. С. 82-88. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_tekh_2020_1_15.

4. Моделирование параметров излучателя на несимметричных волнах в круглом диэлектрическом волноводе / В.В. Литвин, Н.Д. Колбун, С.Н. Кулиш, В.П. Олейник, Аль Отти Сами. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи: Науково-технічний журнал* Х.: Нац. аэрокосм. ун-т „Харьк. авиац. ин-т", 2009, №1 (35). – С. 23 – 35.

5. Заикин И.П. Основы теории антенн / И. П. Заикин, А. В. Тоцкий, С. К. Абрамов, В. В. Лукин. – Х.: "ХАИ", 2005. – 100 с.

УДК 004-94; 615-8; 616-08-059; 616-08-07; 616-7

СТРУКТУРА БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

О. П. Кургаєв
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
E-mail: afkurgaev@ukr.net

Biological feedback (BF) can be used for medical rehabilitation, diagnostics, non-contact control of external devices and the like. At the heart of these processes is the development and improvement of self-control and self-regulation of physiological functions in various pathological conditions of the patient's body. The most important features of the known structures of BF systems implementation are revealed and a new structure of the complex is implemented, which implements the improved BF method.

Згідно до даних Всесвітної організації охорони здоров'я потреби в реабілітації залишаються незадоволеними через ряд факторів, серед яких [1]: недоступність реабілітаційних служб поза міських районів і тривалий час очікування; високі витрати або недостатність фінансування; відсутність кваліфікованих реабілітологів – у багатьох країнах на 1 мільйон людей припадає менш ніж 10 кваліфікованих фахівців; низький рівень наукової роботи й збору даних, що стосуються реабілітації; неефективні механізми надання послуг реабілітації.

Наявні недоліки обмежують ефективність всіх відомих способів медичної реабілітації.

Метою статті є аналіз основних ознак та пропозиції щодо вдосконалення реалізації процесів реабілітації з використанням БЗЗ.

*1. Сутність біологічного зворотного зв'язку***.** Сутність методу БЗЗ полягає в комп'ютерній реєстрації об'єктивних фізіологічних показників організму людей та їхнього перетворення у форму, явну для сприйняття людьми.

Класична модель БЗЗ припускає, що інформація про стан фізіологічної системи-мишені, доступна пацієнтові, дозволяє йому контролювати симптоми порушення функціонування й формувати стратегію поведінки, придатну для усунення цих симптомів.

Biofeedback включений в перелік методів лікування, офіційно застосовуваних у медичній реабілітації в Європі, та лише в США впроваджений більш ніж в 700 клінічних центрах.

*2. Узагальнення відомих реалізацій БЗЗ-реабілітації***.** Національний центр адаптивних нейротехнологій (NCAN) узагальнив, розробив і активно підтримує розвинену систему BCI2000 для фундаментальних і клінічних нейрофізіологічних досліджень взаємодії мозку з комп'ютером [2], яка у формі системи замкненого циклу (Рис. 1) включає програмні інструменти для збору й обробки даних в реальному часі, представлення стимулів й зворотнього зв'язку та управління зовнішніми пристроями.

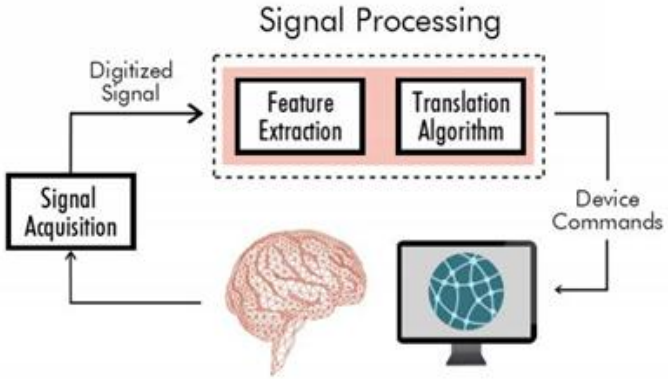


Рис.1. Система замкненого циклу

3. Пропозиції щодо вдосконалення систем БЗЗ-реабілітації. Вбачається, що кардинальне рішення проблем медичної реабілітації з використанням БЗЗ можливе лише за рахунок переходу на вищий інформаційний рівень використанням засобів баз знань для формалізації, еволюції та подальших досліджень процесів реабілітації, процесів комунікації мозку людини з комп'ютером та, кінець кінцем, лише мозок-мозок.

На рис. 2 наведено структуру апаратно-програмного комплексу, який реалізує запропонований спосіб реабілітації з використанням БЗЗ [3].

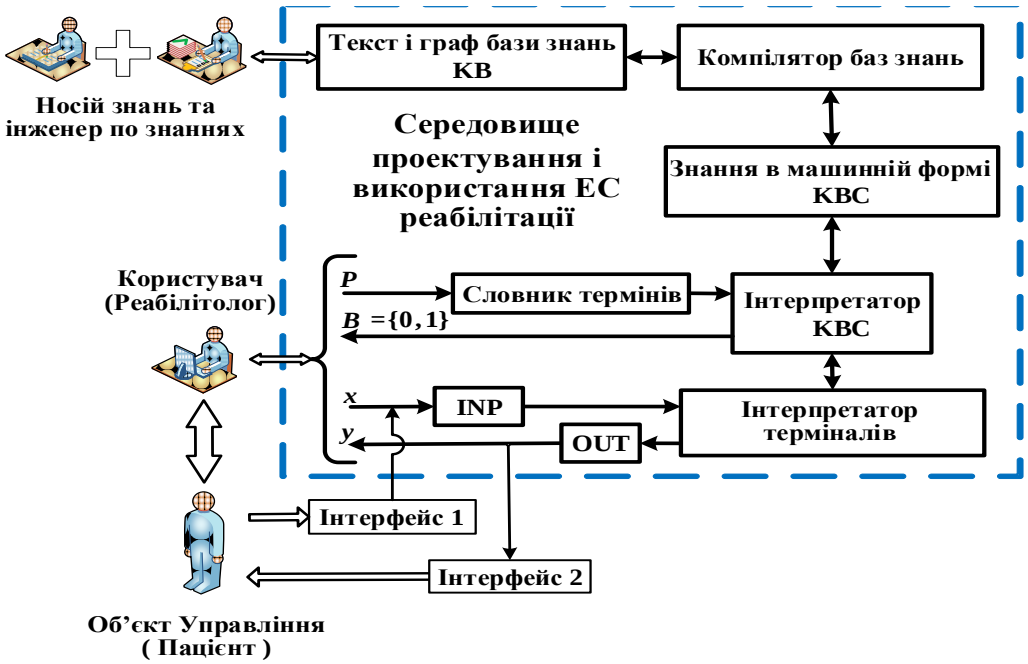


Рис. 2. Структура реалізації нового способу реабілітації з використанням БЗЗ

Вдосконалена реабілітаційна БЗЗ-процедура виконується у складі трьох етапів:

1) носій знань разом з інженером по знаннях формує предметну базу знань КВ (knowledge base) з наступною її трансляцією в форму КВС (knowledge base computer);

2) користувач (реабілітолог) предметної бази знань:

а) попередньо, засобами середовища проектування і використання реабілітаційних експертних систем (СПВ ЕС), складає і веде персональні реабілітаційні карти;

b) формулює згідно до персональної реабілітаційної карти і передає завдання до інтерпретатора КВС в суб'єктно-предикатній формі *P(x)*.

3) пошук розв'язку «*y*» завдання *P(x)* в контурі «Пацієнт – СПВ ЕС» із можливим зве-ртанням до користувача (реабілітолога) за додатковою інформацією.

Прикладом реалізації СПВ ЕС є архітектура інформаційного комп'ютера з [4].

Висновки. Окрім медичної реабілітації, запропонована реалізація може бути використана в діагностиці, в комунікації мозку людини з комп'ютером, здійснюючи реєстрацію, аналіз та інтерпретацію ЕЕГ-сигналів головного мозку для безконтактного керування зовнішніми виконавчими пристроями, наприклад, спеціалізованими протезами, а також може бути використана в операторській діяльності, у системах безпеки, індустрії розваг тощо. Системи біоуправління повинні бути на кожному робочому місці лікаря, психолога, тренера, учителя.

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)».

Перелік посилань:

1. Rehabilitation (2021). URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation (Доступ 01.09.2021).

2. The National Center for Adaptive Neurotechologies is developing cutting-edge technology systems that continue to revolutionize the way we study the brain. URL: https:// www.neurotechcenter.org/technology-overview (Доступ 01.09.2021).

3. Кургаєв О.П., Палагін О.В., Малахов К.С., Семикопна Т.В. Спосіб реабілітації людей з обмеженими можливостями і апаратний комплекс для його реалізації, заявка на патент України на винахід №a202102703, заявлено 24.05.2021.

4. Кургаев А.Ф. Понятие информации. Часть 2. Функции научной теории. *Международный научно-технический журнал. Проблемы управления и информатики.* 2020. № 2. С. 124-140. DOI:10.1615/JAutomatInfScien.v52.i4.60.

УДК 617.7-77

ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЇ СИГНАЛУ ВІДПОВІДІ ГАНГЛІОЗНИХ КЛІТИН СІТКІВКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ РЕТИНАЛЬНИХ ЗОРОВИХ ПРОТЕЗІВ

О. В. Монченко, Є. О. Тищенко
Національний авіаційний університет
E-mail: olena.monchenko@npp.nau.edu.ua

The given work is devoted to the analysis of visual prostheses and improving the quality of the obtained data by applying the filtering of the response signals of ganglion cells arising from the stimulation of the retina by pulses of the electrode array of the visual prosthesis.

Вступ. На сьогодні мільйони людей по всьому світу страждають від порушень зору різного ступеню важкості – від легкої короткозорості до повної сліпоти. З розвитком технологій для людей з певними захворюваннями ока, що призвели до сліпоти, з'явилося рішення – технологія візуального протезування дозволяє відновити можливість сприймати світло і у певній мірі повернути втрачений зір [1]. Якість зображення, яке отримує користувач протезу, напряму залежить від якості сигналу, що буде отримано та оброблено протезом. Тому обрання дієвих фільтрів та застосування належного рівня фільтрації є одним з ключових питань підвищення ефективності роботи зорового протезу у цілому.

Метою даної роботи було удосконалення технології візуального протезування, а саме обробки сигналу відповіді гангліозних клітин сітківки, знятого з масиву електродів ретинального протезу – проведення фільтрації сигналу з накладеними на нього різними типами шумів різними фільтрами та оцінка ефективності їх роботи за певними критеріями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для імітації складної серії подій, що відбуваються між зовнішнім світом та зоровою корою, система протезування повинна виконувати певну послідовність дій, а саме захоплення зображення, обробку зображення, як доставку даних зображення, так і посилення сигналу на мікроелектродний масив, який, у свою чергу, повинен подавати відповідний стимулюючий струм до клітин сітківки (або зорової кори). Відповідно, протез сітківки часто складається з трьох ключових компонентів: блоку зйомки зображень, блоку обробки відео і масиву стимулюючих електродів [2].

Технологія візуального протезування, що розглядається у контексті даної роботи, призначена для людей, що повністю втратили зір в результаті пігментного ретиніту та використовують епіретинальний протез моделі Argus II, імплантована частина якого вже встановлена й успішно «прижилася». Для перевірки ефективності роботи технології візуального протезування досліджено якість сигналу відгуку клітин сітківки, а саме гангліозних клітин сітківки (RGC). Оскільки для отримання сигналу відповіді гангліозних клітин стимулюється сітківка, доречним для зняття та дослідження сигналу є застосування електроретинографії [3]. При проведенні реєстрації на біосигнал завжди накладаються сигнали завад і шумів. Шуми і завади, що впливають на якість сигналу відповіді RGC у візуальних протезах з епіретинальним імплантатом, умовно можна поділити на біологічні, електричні та магнітні, імпульсний та тепловий шуми [2].

При фільтрації сигналів епіретинальних протезів постає завдання синтезу фільтрів з такими характеристиками, що відділятимуть корисний сигнал від шуму з найвищою якістю за обраним критерієм – найчастіше амплітудою. Моделювання сигналу відповіді RGC та його фільтрацію здійснюємо у програмному середовищі MATLAB. Моделюємо хвилю мультифокальної електроретинограми, почергово накладаємо на неї дискретний білий шум із нульовим математичним сподіванням та одиничний імпульс з довільною затримкою для імпульсного шуму.

Для фільтрації було вирішено використовувати фільтр згладжування Хеннінга, фільтр поліноміального згладжування, режекторний фільтр, оптимальний фільтр Вінера та адаптивний фільтр, коефіцієнти якого обчислюються за алгоритмом Уідроу–Хоффа. Як критерій оцінки роботи фільтрів обираємо значення дисперсії та СКВ: чим менша різниця між значеннями початкового та відфільтрованого сигналів, тим кращим визнається фільтр. Для сигналу хвилі мультифокальної електроретинограми (mfERG), який містить імпульсний артефакт, додатково виконаємо оцінку роботи фільтрів за якістю згладжування піку артефакту.

Виходячи з отриманих результатів можна зробити висновок, що для фільтрації шуму в епіретинальному протезі, беручи як критерій оцінки значення середньоквадратичного відхилення

сигналу, бажано застосовувати фільтр згладжування Хеннінга (рис.1), а для фільтрації імпульсного шуму, оцінюючи якість згладжування піку імпульсу, – оптимальний фільтр Вінера.

Рис.1. Сигнал mfERG після застосування фільтру Хеннінга

Висновки. У даній роботі були розглянуті актуальність та доцільність застосування візуальних протезів з імплантатом у сітківку, створено загальні структурні схеми для ретинальних протезів та структурну схему клінічної версії протезу штучної сітківки Argus II; були досліджені сигнали, що виникають у наслідок стимуляції сітківки імпульсами електродного масиву протеза, проаналізовано шуми і завади, які впливають на цей сигнал; було створено програмний код для моделювання сигналу відповіді гангліозних клітин сітківки, накладено на нього шуми, адитивний та імпульсний, що зустрічаються у більшості візуальних протезів, проведено фільтрацію за допомогою різних фільтрів та оцінено ефективність їх роботи за певними критеріями.

Матеріали роботи рекомендується використовувати у навчальному процесі медико-технічних спеціальностей, в наукових дослідженнях та практичній діяльності фахівців галузі медицини, особливо – офтальмології, та біомедичної інженерії.

Подальші дослідження дадуть змогу знайти оптимальний фільтр для застосування у зоровому протезі, що, в свою чергу, дозволить значно підвищити якість отримуваного користувачем зображення.

Перелік посилань:

1. «New Vision for Visual Prostheses». February 2020 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7040096/ (англ.).

2. «Retinal Prostheses». March 2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493746/ (англ.).

3. «Retinal Prostheses and Artificial Vision». September 2019 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6761377/ (англ.).

УДК 004.81+004.82

ВИКОРИСТАННЯ КОРПУСНИХ ТА КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ГАЛУЗІ ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ

М. В. Надутенко
Український мовно-інформаційний фонд НАН України
E-mail: maxkrb@gmail.com

The article substantiates and describes the use of the author's cognitive technologies in the prospective linguistic studies of the data in physical and rehabilitation medicine. During the study, a promising approach to processing large arrays of poorly and unstructured documents was created, which

made it possible to thematic categorization of lexical units based on the ontological approach. This approach was stated to reflect the conceptual structures of natural (scientific) texts.

У зв'язку з бурхливим розвитком суспільства знань та пов'язаними з цим процесами впровадження інтелектуальних інформаційних технологій усе більшої гостроти набувають проблеми технологічного статусу природної мови. Зважаючи на великий обсяг терміносистеми, яка за своїми масштабами набагато перевершує загальну мову, а також на велику інтенсивність та динаміку змін у галузі спеціальних мов, проблема формування та моніторингу терміносистеми перетворилася на проблему загальнодержавного рівня.

Дослідження спрямоване на вирішення зазначеної проблеми шляхом створення комплексу віртуальних корпусних [5] та когнітивних технологій, призначених для формування сучасної української національної термінологічної систем [3] на основі аналізу даних в галузі фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ).

Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)»

Створення колекцій мережевих текстів у галузі ФРМ забезпечується застосуванням спеціалізованих технологій онтологокерованого веб- чи інтранет кравлінгу. Підсистема кравлерів є тісно інтегрованою із корпусною системою, системою індексації та полімовною синонімічною зоною [2]. Кравлери, як і корпусна система, є віртуалізованими лексикографічними агентами, тобто є різновидом лексикографічних систем [5].

Для створення колекції мережевих текстів у галузі ФРМ було створено онлайн сховище документів у приватній хмарині із застосуванням сервісів NEXTCLOUD розміром 1,2 Гб за такими напрямками: Біла книга та пов'язані з нею документи, МКФ [1], Офіційні документи з реабілітації (Закони, Накази МОЗ тощо) також в окремому підрозділі розміщено статті, книги, журнали, звіти, дисертації. Також до сховища внесені деякі документи методично-навчального характеру з ФРМ. Приклад пошукового запиту для дослідження концепту «знання та навички лікарів» в галузі ФРМ наведено на рис. 1. За результатом запиту, наприклад, можна з'ясувати про які «знання та навички лікарів» в галузі ФРМ йде мова у наказах МОЗ.

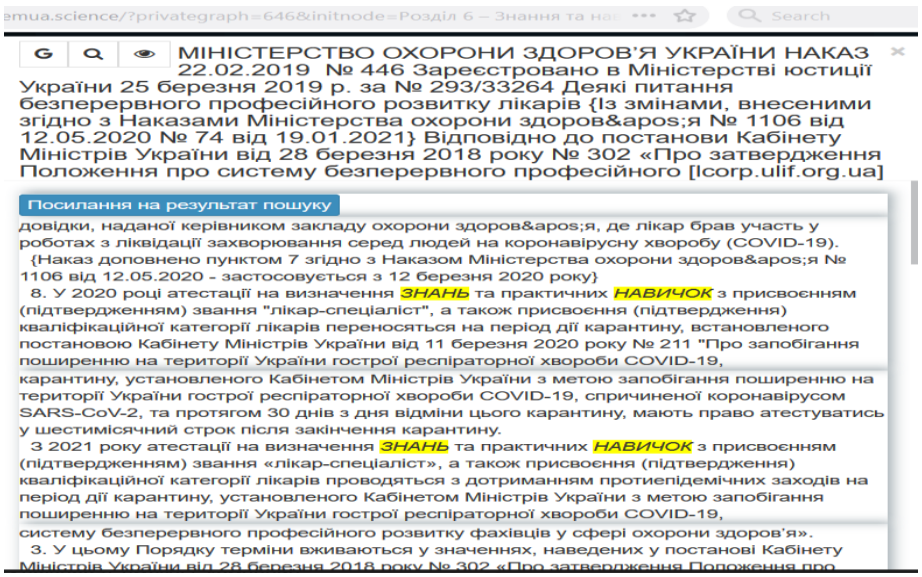


Рис. 1.Використання колекції мережевих текстів у галузі ФРМ

Система структурного аналізу вихідних даних та автоматичного виділення ключових смислових концептів [4] розроблена у вигляді окремого програмного модуля. Зазначена система визначає семантику та концептографію [2, 5] текстів: іменовані сутності та семантичні категорії на основі аналізу тексту. Приклад виділення основних ключових концептів з тексту в галузі ФРМ наведено на рис. 2.

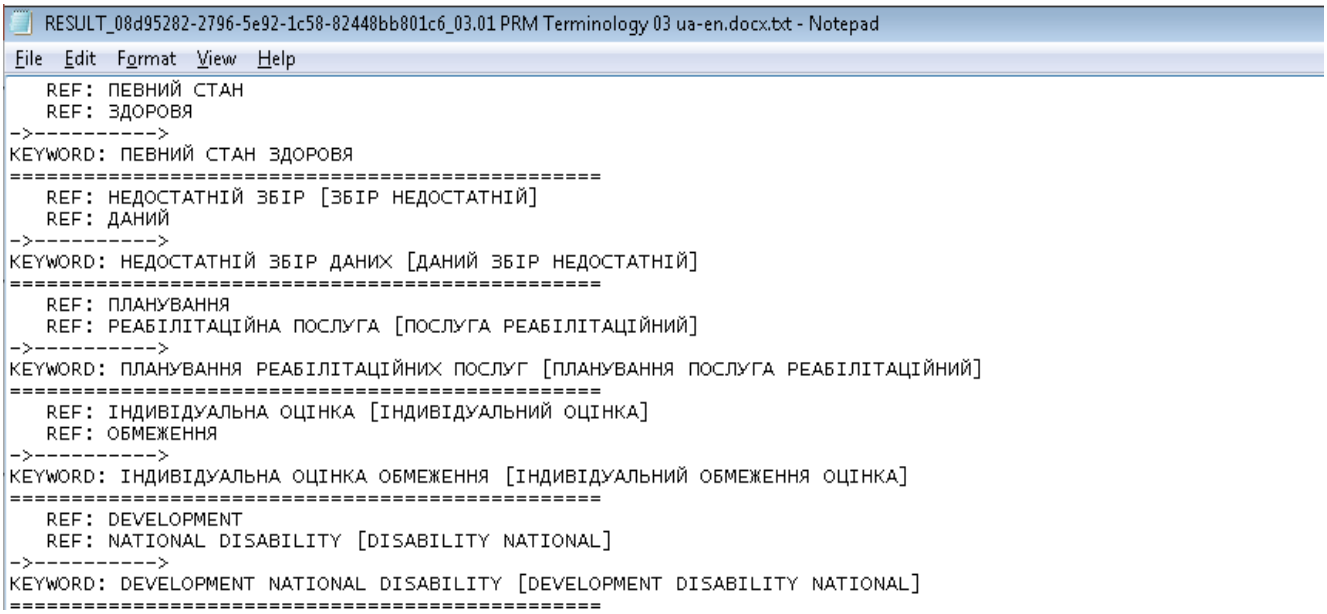


Рис. 2. Результат роботи система автоматичного виділення смислових концептів

Також система дозволяє виділяти список основних смислових тверджень тексту, що надає можливість досліднику швидкого дослідження смислу аналізованого тексту та можливість автоматизувати формулювання тлумачень термінів з предметної галузі ФРМ (паралельно кількома мовами), наприклад:

[Assertation] REHABILITATION = is one of the health strategies and has been recognized by WHO as the "key" to health in the XXI century [2]

[Assertation] МКФ = є частиною «сімейства» класифікацій, розроблених ВООЗ

[Assertation] ICF = is part of the “family” of classifications developed by WHO

[Assertation] РЕАБІЛІТАЦІЙНІ ПЕРІОДИ = вказують на стадію стану здоровя [3, 4]

[Assertation] Rehabilitation periods indicate the stage of health condition [3, 4].

Висновки. У ході дослідження було створено перспективний підхід до обробки великих масивів слабко і неструктурованих документів, що дало можливість тематичної категоризації лексичних одиниць на основі онтологічного підходу. Цей підхід було застовано до відображення концептографічних структур природномовних (наукових) текстів відповідної терміносистеми. Пропонований підхід є особливо ефективними для подання та узгодження термінології всередині окремих прикладних галузей науки і техніки.

Перелік посилань:

1. Міжнародна класифікація функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ). URL: https://moz.gov.ua/mkf (дата звернення: 01.09.2021).

2. Надутенко Максим, Надутенко Маргарита. Специфікація основних системних компонентів лінгвостатистичних засобів концептографічного маркування інформаційних ресурсів // Методологія та історіографія мовознавства: матеріали VI науково-практичної Інтернет-конференції (Слов’янськ, 23–24 жовтня 2019 р.). Слов’янськ : ДДПУ, 2019. С. 79–82.

3. Volodymyr Shyrokov, Iryna Ostapova, Maksym Nadutenko, Yulia Verbynenko Ontologized lexicographical systems in modern terminography // Cognitive Studies | Etudes cognitives. Warsaw, 2016. P. 90–99.

4. Надутенко М. В. Загальний огляд та перспективи використання національних лінгвістичних цифрових ресурсів Українського мовно-інформаційного фонду НАН України // Зб. праць конфер. Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2020. URL: http://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/17607.

5. Лінгвістично-інформаційні студії: праці Українського мовно-інформаційного фонду НАН України: у 5 т. / В. А. Широков, М. В. Надутенко, С. С. Ющенко та ін. Т. 4.: Корпусна та когнітивна лінгвістика. Київ: Український мовно-інформаційний фонд НАН України, 2018. 280с.

УДК 630, 551.5:504.54

МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВЕЛИКИХ ПОЖЕЖ У ЛІСАХ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ

А. Н. Некос, Г. В. Тітенко, Л. Ф. Чорногор, Л. Л. Чорногор
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
E-mail: L.L.Chornohor@gmail.com

A software package for modeling physical processes and medical and ecological consequences of burning large forests has been developed. Analysis and mathematical modeling of emissions of combustion products and chemical elements into the atmosphere, as well as energy and power of acoustic and thermal radiation caused by burning large forests in the Northern Hemisphere in 2020. The fires have been demonstrated to be anti-record and had significant medical, environmental, economic and social consequences.

Вступ. Великомасштабні лісові пожежі на земній кулі – одна із дуже значних проблем, яку треба вирішувати сучасному поколінню. Під час лісових пожеж суттєво страждають усі компоненти географічної оболонки: атмосфера, ґрунтовий покрив, гідросфера, флора і фауна, біосфера в цілому та людство, зокрема. Проблема великомасштабних лісових пожеж має суттєві медико-екологічні, економічні та соціальні наслідки.

Причини виникнення лісових пожеж і їх наслідки як теоретично, так і експериментально досліджуються досить давно [1–4]. Зазвичай основна увага приділяється прогнозуванню та попереджувальним заходам лісових пожеж. Науковці розробили математичні моделі, описали механізми виникнення найбільш небезпечних лісових верхових пожеж. Однак наслідки у аспекті медико-екологічних проблем, пов'язаних з великомасштабними лісовими пожежами, сьогодні вивчено ще недостатньо.

У своїх попередніх дослідженнях [5] автори описали екологічні наслідки великомасштабних лісових пожеж в Україні у 2020 р. Показано, що екологічні наслідки були рекордними. У 2020 р. також виникали великомасштабні лісові пожежі в США, Іспанії, Греції, Росії та в інших країнах. На даному етапі виникає інтерес до медико-екологічних наслідків великомасштабних лісових пожеж у Північній півкулі у 2020 р.

Актуальність теперішніх досліджень полягає в тому, що активність глобального потепління збільшується внаслідок все зростаючого техногенного тиску, що тягне за собою збільшення викидів в атмосферу додаткового тепла, шкідливих речовин, газів і, зокрема двоокису вуглецю. Збільшення маси цього газу веде до активізації парникового ефекту. В результаті цього підвищується температура приземних шарів атмосфери і, як наслідок, збільшується ймовірність виникнення великомасштабних лісових пожеж, погіршення стану біосфери і самопочуття та здоров'я людства.

Перенос вітрами на високі широти продукту горіння - сажі та її випадіння на снігові покрови та льодовики змінює альбедо підстилаючої поверхні, зменшує долю відбитого сонячного випромінювання та збільшує долю випромінювання, що поглинається. Це призводить до глобального підвищення температури повітря, що також збільшує ймовірність виникнення та самопідтримання великомасштабних лісових пожеж.

Таким чином, з'являються позитивні зворотні зв'язки в геосистемах, які ведуть до виникнення негативних медико-екологічних наслідків, які можуть посилюватися внаслідок горіння лісових масивів на планеті.

Мета досліджень полягає у розробці і моделюванні показників маси викидів продуктів горіння та хімічних елементів до атмосфери Землі, а також енергії та потужності акустичного і теплового випромінювання, які викликані процесами горіння великих лісових масивів у Північній півкулі у 2020 р. Наслідком таких негативних подій може бути погіршення самопочуття населення та загальна медико-екологічна ситуація в регіонах.

Результати досліджень. За допомогою спеціально розробленого програмного комплексу було здійснено багатоцільове моделювання та встановлено, що великомасштабні пожежі у Північній півкулі у 2020 р. мали катастрофічні екологічні наслідки. Найбільше вигоріло лісів у Росії та США. Постраждали екогеосистеми на площі близько 15 млн га, що приблизно у 3300 разів менше площі поверхні Землі. У стільки ж разів через процеси переносу зменшилося відносне перевищення мас емітованих продуктів горіння та потужності випромінювання. Безповоротно втрачено понад 3,5 Гт деревини. Економічний збиток склав понад 750 млрд доларів США. Загинули і травмовано десятки людей, нанесено значні матеріальні збитки.

Маса диму і сажі, що потрапили до атмосфери у 100 тис. разів перевищила їх масу при нормальних умовах і збільшилася приблизно у 30 разів. Також значними були викиди CO, CO_2, вуглеводнів, енергій

теплового і акустичного випромінювання і маса CO – приблизно подвоїлася у порівнянні з нормальним станом. В атмосферу викинуто близько 140 Мт диму, що майже в 100 тис. разів перевищує його вміст у атмосфері в нормальних умовах. В атмосферу емітовано понад 10 Мт сажі, що в 70 тис. разів перевищує її вміст при нормальних умовах. Маса інжектованого газу CO склала близько 350 Мт, що в 2,3 тис. разів перевищує його вміст у нормальних умовах. Маса викинутих в атмосферу вуглеводнів склала близько 140 Мт, що приблизно в 100 разів перевищило їх масу в нормальних умовах. В атмосферу додатково емітовано близько 7,8 Гт газу CO_2, що на порядок перевищило його вміст у нормальних умовах. Також у атмосферу викинуто сотні мегатонн атомарного азоту, сотні тон калію та кальцію, а також від одиниць до десятків тон таких хімічних елементів, як Fe, Zn, Cr, Br, Mn, Pb, Rb, Sr і Se. Звісно, завислі частинки диму та сажі, що знаходяться в тропосфері, поступово вимиваються опадами. Частинки, що потрапили до стратосфери, існують там місяцями і навіть роками. Навіть після розподілення продуктів горіння лісів у шарах атмосфери над усією земною кулею їх концентрація перевищувала концентрацію при нормальних умовах. І, у першу чергу, це відноситься до диму, сажі та чадного газу.

Від теплового випромінювання, що виникала під час горіння лісів, страждали та гинули люди. Густина потоку теплового випромінювання досягала 56–160 кВт/м^2, що викликало ще більше посилення масштабів пожеж.

Енергія акустичного випромінювання склала близько 100 ПДж, що майже у тисячу разів перевищило її енергію в нормальних умовах. Енергія слабко затухаючого інфразвукового випромінювання досягла 1–10 ПДж. Відомо, що інфразвукові хвилі поширюються в глобальних масштабах і негативно впливають на людину та біосферу в цілому. Інфразвук фізіологічно не сприймається вухом людини, але впливає на всі його органи та психо-емоційний стан, викликаючи страх, паніку і навіть психічні розлади.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я у період великомасштабних пожеж число викликів «швидкої» допомоги зростало у 2–3 рази, а смертність – у 1,5–1,9 рази. Найбільше страждали астматики, гіпертоніки, пацієнти із серцевими й іншими хронічними захворюваннями. Найбільш впливали на населення викиди диму та сажі (аерозолів), HCl, H_2SO_4 та HNO_3. Концентрації кислот у атмосфері вдвічі перевищили їх фонове значення.

Висновки. Вперше за допомогою розробленого оригінального програмного комплексу було створено моделі, які описують фізичні процеси та медико-екологічні наслідки горіння великих лісових масивів. Детальні обчислення щодо моделей виконано для великомасштабних пожеж, які мали місце в Північній півкулі в 2020 р. Продемонстровано, що пожежі мали значні медико-екологічні, економічні та соціальні наслідки.

Перелік посилань

1. Гришин А. М. Физика лесных пожаров. Изд-во: Томск: ТГУ, 1994. 218 с.

2. Доррер Г. Динамика лесных пожаров: [моногр] / Ин-т вычислительного моделирования СО РАН, Сиб. гос. технолог. ун-т,. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2008. 404 с.

3. Черногор Л. Ф. Физика и экология катастроф: монография. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. 556 с.

4. Черногор Л. Ф. Космос, Земля, человек: актуальные проблемы. Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2017. 384 с.

5. Чорногор Л. Ф., Некос А. Н., Тітенко Г. В., Чорногор Л. Л. Екологічні наслідки великомасштабних лісових пожеж в Україні навесні – влітку – восени 2020 р. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2021. № 24. С. 79–90. DOI: https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-07.

УДК 615.844

ГАЗОРОЗРЯДНИЙ МЕТОД ПОШУКУ БІОЛГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК

В. П. Олійник

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

E-mail: v.oliinyk@khi.edu

The structure of a simple device for finding and identifying biologically active points on the surface of the patient's skin is given. The function of the logic element and the light emitter is performed by the gas discharge indicator. The use of the proposed device expands the possibilities of using therapeutic methods of acupuncture.

Вступ. Акупунктура – лікувальний метод, що полягає у подразненні периферичних нервових розгалужень за допомогою уколів у певні точки тіла [1]. Ці точки знаходяться на поверхні шкірного покриву людини. Вони отримали назву біологічно активних точок (БАТ) (всього таких точок налічується понад 600). Фізичні властивості БАТ пов'язують зі станом та наявністю патологій відповідних внутрішніх органів та систем. Акупунктура належить до безмедикаментозних методів китайської народної медицини.

У сучасній медицині, окрім голкотерапії, знайшли визнання інші різновиди акупунктури: електропунктура, лазерна та світлова пунктура, термопунктура, КВЧ-пунктура [2, 4]. Результати лікування цими методами суттєво залежать від точності визначення знаходження БАТ. Узагальнене розташування БАТ наводиться у багатьох посібниках і атласах по акупунктурі [2, 3]. Але кожній людині притаманні індивідуальні особливості, які впливають на розташування, форму та розміри цих точок [4]. Тому процес оволодіння лікарями різновидами методів акупунктури потребує тривалого практичного досвіду.

Мета роботи – спрощення пошуку біологічно активних точок на шкірному покриві людини для підвищення ефективності лікування методами акупунктури.

Основна частина. Однією з особливостей біотканин в БАТ є суттєва відмінність їх механічних, теплових та електричних показників у порівнянні з оточуючими ділянками поверхні шкіри. Для технічної реалізації пошуку БАТ є перспективним використання специфіки електричного імпедансу в цих точках. Спрощена еквівалентна схема комплексного електричного опору $Z_{БАТ}$ показана на рис.1, де $R_{шк}$ – активний опір шкіри, $R_{вт}$, $C_{вт}$ – активна і ємнісна складові опору внутрішніх тканин. При вимірюванні імпеланс v на частотах до 0,1 – 1 МГц індуктивні властивості біотканин не проявляються.

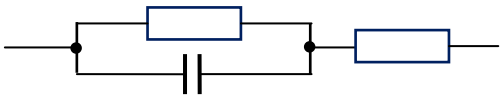


Рис.1. Еквівалентна схема комплексного опору в БАТ

З імпедансометричних досліджень відомо, що $R_{шк} >> R_{вт}$, а модуль ємнісного опору залежить від частоти електричного струму. Також особливістю БАТ є зменшення значення $R_{шк}$ майже в два рази порівняно з сусідніми ділянками шкіри. Ці властивості опору в БАТ можна використати включивши в ланцюг змінного електричного струму пороговий елемент, який би переходив в стан ідентифікації при контакті електрода пошукового маніпулятора з ділянкою шкіри з аномальною провідністю.

Структуру пристрою, в якому, функцію порогового елемента виконує газорозрядний індикатор показано на рис. 2.

Джерелом змінної напруги є генератор синусоїдальних коливань. Частоти на яких проводиться пошук БАТ можна обирати в інтервалі 1…100 кГц. Конкретне значення частоти залежить від умов вимірювання (області пошуку БАТ) і забезпечення необхідного рівня струмів зміщення.

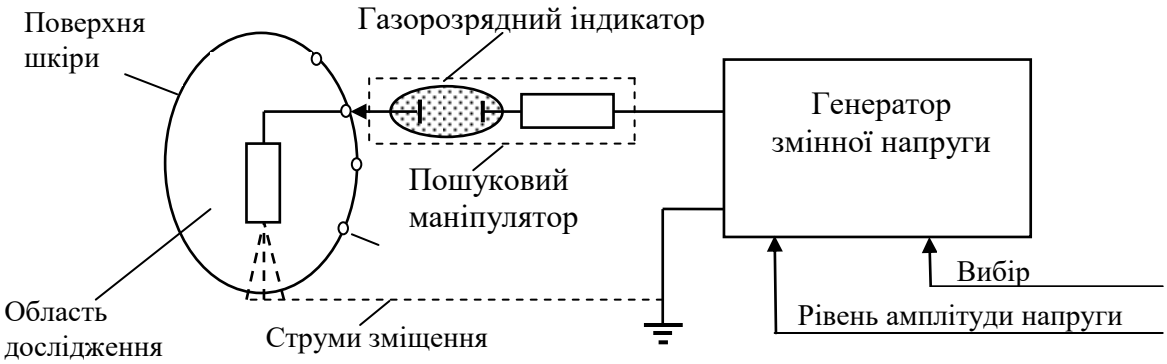


Рис. 2. Структурна схема пристрою для пошуку біологічно активних точок

Амплітуда напруги повинна бути недостатня для виникнення розряду при знаходженні контакту поза зоною БАТ. В разі потрапляння контакту маніпулятора в зону БАТ відбувається перерозподіл падіння напруг на ділянці: $Z_{БАТ}$ – газорозрядний індикатор – $R_{обм}$. За оптимального налаштування пристрою, падіння напруги на індикаторі є достатнім для виникнення розряду, що супроводжується випромінюванням у видимому діапазоні. Таким чином відбувається індикація розташування БАТ. Якщо, контакт пошукового маніпулятора має діаметр ~ 1 мм, то з такою ж точністю визначаються контури біологічно активної зони. Резистор призначений для обмеження величини розрядного струму, що протікає через організм пацієнта. Для існуючих газорозрядних індикаторів ефективний струм горіння не перевищує 100…400 мкА [5]. При живленні від джерела змінного струму, будуть світитися обидва електроди (кожен по черзі протягом напівперіода). Конструкція індикатору складається з невеликої скляної капсули, що містить суміш неону і інших газів за низького тиску (1…20 мм рт. ст.) та двох електродів (аноду і катоду). Коли на електроди подається достатня напруга, між ними протікає відповідний струм і в лампі з'являється тліючий розряд помаранчево-червоного кольору.

Висновки. Проведений аналіз якісно підтверджує можливість побудови нескладного пристрою для пошуку та ідентифікації біологічно активних точок на поверхні шкіри пацієнта. Функцію логічного елемента та світлового випромінювача виконує газорозрядний індикатор. Застосування запропонованого пристрою розширює можливості використання лікувальних методів акупунктури.

Перелік посилань:

1. Мачерет Е. Л. Основы электро- и акупунктуры: монография / Е. Л. Мачерет, И. З. Самосюк, В. П. Лысенюк. - К.: Здоровье, 1993. 390 с.

2. Самосюк И. З. Акупунктура : Энциклопедия / И. З. Самосюк, В. П. Лысенюк. - Киев : Укр. энцикл. ; М.: Аст-Пресс, 1994. 541 с.

3. Лао Минь. Восточная медицина. Атлас исциляющих точек. 2021. 48 с.

4. Иванов А. Н. Акупунктура и мануальная терапия в лечении больных с частичной атрофией зрительного нерва воспалительного, сосудистого и травматического генеза: автореф. дис. к.м.н., М., 2011. 26 с.

5. Згурський В. С. Елементи індикації / В. С. Згурський, Б. Л. Лісіцин. – М.: Енергія, 1980. 304с.

УДК 616.073

МЕТОД ДЖОНС-МАТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

С. В. Павлов[1], Н. І. Заболотна[1], О. В. Карась[1], А. К. Зильгараева[2]

[1]Вінницький національний технічний університет

[2]Казахський національний дослідний технічний університет імені К.І. Сатбаєва

E-mail: Karas2014.o.11@gmail.com

This paper considers the improvement of the Jones-matrix mapping method, in which the obtained Jones matrix images of human blood plasma films are subjected to statistical and correlation analysis with subsequent differentiation based on neural network technologies, which increased the reliability of diagnosis.

Актуальність. Проблема раннього діагностування онкологічних патологій набуває все більшого значення у сучасному світі, оскільки ступінь важкості хвороби і можливість її лікування сильно залежить від стадії на якій вона виявлена. Відповідно до даних Центра Медичної статистики МОЗ України за 2019 рік в Україні, було виявлено понад 136 тисяч хворих на злоякісні новоутворення різної важкості та типів, із них понад 14 тисяч хворих на захворювання молочної залози [1].

Метод. В даній роботі було розглянуто діагностування фіброаденоми молочної залози, оскільки дане захворювання потребує скринінгового контролю чи операційного втручання, і чим раніше буде знайдена дана патологія, тим менше буде ускладнень у лікуванні.

Лазерна зображальна поляриметрія добре себе показує у медичному діагностуванні онкологічних захворювань внаслідок того, що при виникненні в організмі запальних процесів

змінюється відношення білків плазми крові (альбуміни та глобуліни) і внаслідок цього змінюється, так званий, альбумін-глобуліновий коефіцієнт, а він є дуже чутливим для поляризаційної діагностики.

Реалізація. Основними елементами відеополяриметричної системи є лазер 1 довжиною хвилі $\lambda = 0{,}638$ мкм, коліматор 2, який формує розширений пучок променів, чвертьхвильові пластинки $3_1, 3_2, 3_3$, лінійний поляризатор $4_1, 4_2$, досліджуваний об'єкт 5, проекційний блок 6, цифрова світлочутлива камера 7 (640×480), персональний комп'ютер 8, блок мікроконтролерного керування 9, драйвери серводвигунів $10_1 - 10_5$, позиційні датчики $11_1 - 11_5$, система підтримки прийняття рішень 12 (рис. 1) [2].

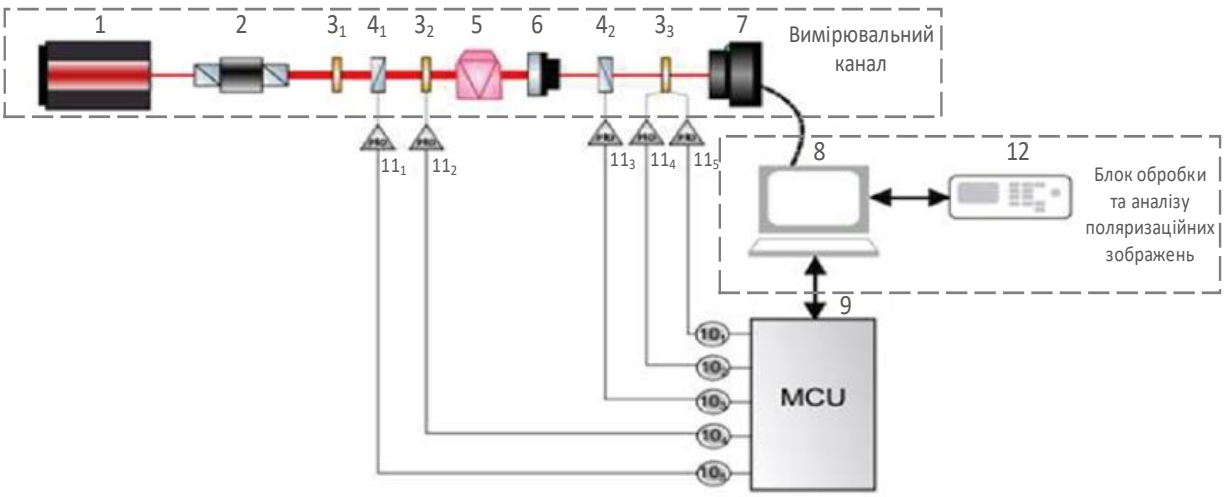


Рис. 1. Архітектура відеополяриметричної системи для аналізу зображень плівок плазми крові

Результати. Для оцінки наявності патологічного стану молочної залози у людини проводять забір зразку крові та за допомогою центрифуги виділяють її плазму.

Рис. 2. Схема методу Джонс-матричного картографування плівок плазми крові

Зразки плазми крові готувались в таких умовах: крапля плазми крові наносилися на скельце, виготовлене з оптично однорідного скла таким чином, щоб плазма рівномірно розтікалася по поверхні скла. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення дослідного зразку плазми крові поляризованим когерентним паралельним пучком напівпровідникового лазера та за заданим алгоритмом поворотів поляризатора та чвертьхвильових пластинок формують поляризаційний пучок світла із необхідним азимутом поляризації, при цьому вимірюють масиви рівнів інтенсивності мапи плівки плазми крові для кожного окремого пікселя $m \times n$. За допомогою алгоритмічної обробки даних комп'ютером розраховують елементи матриці Джонса плівок плазми крові після опромінення.

Висновок. За допомогою статистичної та кореляційної обробки отриманих Джонс-матричних зображень плівок плазми крові формується база даних інформативних показників для навчання системи підтримки прийняття рішень на основі нейронної мережі.

Перелік посилань:

1. МОН України. Звіт про захворювання на злоякісні новоутворення форма № 7 за 2019. МОН України. URL: http://medstat.gov.ua/ukr/statdanMMXIX.html.

2. Pavlov S. V., Karas O. V., Sholota V. V. Processing and analysis of images in the multifunctional classification laser polarimetry system of biological objects, *Proc. SPIE 10750, Reflection, Scattering, and Diffraction from Surfaces* VI, 107500N, 2018.

3. Заболотна Н. І., Павлов С. В., Карась О. В., Радченко К. О. Спосіб лазерної поляризаційної діагностики раку молочної залози за Джонс-матричними мапами плазми крові людини. № u 2018 12519 ; заявл. 17.12.2018 ; опубл. 25.07.2019, Бюл. № 14.

УДК 004.65; 004.91

ВИРІШЕННЯ ПІДЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ СКЛАДУ, ЗМІСТУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ РЕСУРСІВ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ

І. Ю. Панфьорова
Харківський національний університет радіоелектроніки,
61166, м. Харків, пр. Науки, 14, кафедра Інформаційних управляючих систем
E-mail: iryna.panforova@nure.ua

The problem of ensuring the preservation of the composition, content and organization of the interaction of the resources of the medical information system with each other and with other resources of the system is considered. To solve this problem, a modification of the model of a unified register of medical information system services is proposed.

Вирішення проблеми забезпечення цілісності ІР ІС для медичних систем України є дуже важливим. Основними концепціями побудови архітектури медичних ІС в [1] вказано концепцію модульної архітектури ІС та концепцію автоматизованих робочих місць.

Як основну концепцію побудови архітектури медичних ІС в Україні пропонується використовувати сервісний підхід [2] та концепцію сервіс-орієнтованої архітектури. Вони дозволяють розглядати будь-який документ як елемент, який може відноситися до підмножини вхідних документів сервісу медичної ІС, підмножини вихідних документів сервісу медичної ІС або підмножини документів, які не реалізовано сервісами медичної ІС, що експлуатуються [3].

Таке уявлення дозволяє формально описати будь-який документ як частковий випадок функціонального сервісу медичної ІС.

Можливість подібного опису дозволяє вирішити підзадачу забезпечення зберігання складу, змісту та організації взаємодії ресурсів ІС між собою та з іншими ресурсами ІС. Для цього пропонується модифікувати описи агрегатів моделі уніфікованого реєстру інформаційних ресурсів, які формально описують окремі концепти та найменування документів та сервісів медичної ІС. Суть модифікації полягає у включенні до відповідних агрегатів двох атрибутів τ_b и τ_e, значення яких встановлюють дату та час початку та завершення використання окремого концепту, документу чи сервісу в медичній ІС.

Застосування для опису складу, змісту та організації взаємодії ІР медичних ІС дозволяє використовувати для вирішення відповідної підзадачі стандартні декларативні обмеження та обмеження посилань будь-якої СКБД. Це твердження базується на уявленні будь-якого концепту як елементу структури документу на папері у вигляді змінної відношення $\{n_{ip}^{xt}, T_{ip}^{xt}\}$.

Таким чином модель цілісності ІР сервіс-орієнтованої медичної ІС буде являти собою декларативний набір предикатів для сформованих в уніфікованому реєстрі сервісів медичної ІС описів сервісів, електронних чи паперових документів.

Перелік посилань:

1. Як медичному закладу підійти до вибору медичної інформаційної системи (МІС) ? // Сайт МОЗ України. – Режим доступу: https://moz.gov.ua/uploads/3/18559-ak_obrati_mis.pdf (дата перегляду 09.10.2021 р.).

2. Левыкин В. М. Паттерны проектирования требований к информационным системам: моделирование и применение / В. М. Левыкин, М. В. Евланов, М. А. Керносов. – Харьков: ООО «Компания «СМИТ», 2014. 320 с.

3. Ospanova G. Building A Model of the Integrity of Information Resources within an Enterprise Management System / G. Ospanova, E. Kukharenko, M. Ievlanov, I. Panforova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 3, No. 2 (111). pp. 15–23. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234729.

УДК 004.318

ОНТОЛОГІЧНА КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПІДСИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

М. Г. Петренко
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна
E-mail: petrng@ukr.net

The report considers the components of the subsystem for modeling human health, their functions and relationships in the overall TISP system.

Підсистема моделювання здоров'я людини є складовою інформаційно-аналітичної системи, яка розробляється у відповідності до договору з Національним фондом досліджень України [1]. Згідно Тлумачного словника із штучного інтелекту – концептуальна модель предметної галузі складається з переліку взаємопов'язаних понять, які використовуються для опису цієї предметної галузі, разом із властивостями і характеристиками, класифікацією цих понять по типам, ситуаціям, ознакам в даній галузі і законів протікання процесів в ній. Онтологічна концептуальна модель підсистеми моделювання здоров'я людини показана на рисунку 1.

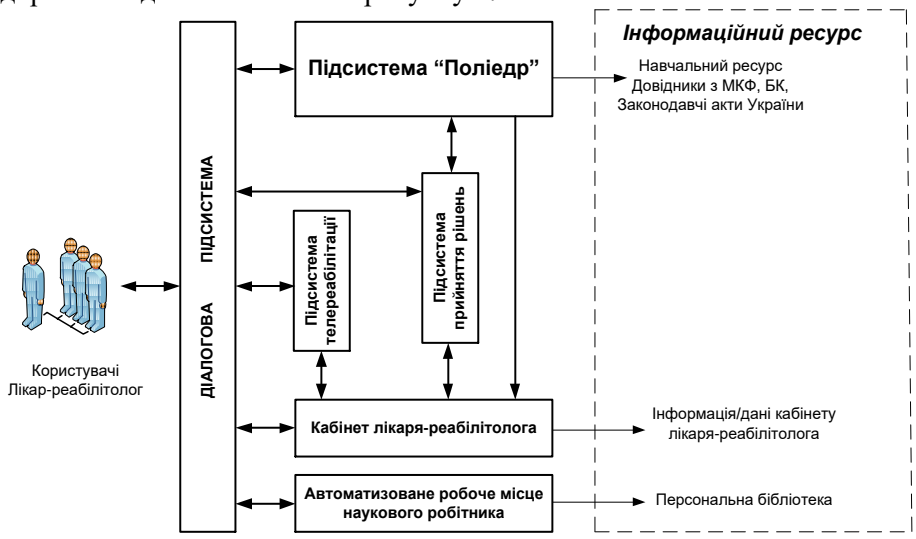


Рис.1. Онтологічна концептуальна модель підсистеми моделювання здоров'я людини

До складу системи моделювання здоров'я людини входять підсистеми: "Поліедр" [2]; прийняття рішень; телереабілітації; кабінет лікаря-реабілітолога; автоматизоване робоче місце наукового робітника; діалогова підсистема. Вони тісно зв'язані між собою та у взаємодії з користувачами виконують функції трансдисциплінарної інформаційно-аналітичної системи підтримки процесів реабілітації при пандемії.

Онтологічна концептуальна модель повинна включати, в тому числі, індикатори якості реабілітаційної допомоги, які мають бути визначені та використовуватись для моніторингу якості надання реабілітаційних послуг [3], зокрема *Перелік індикаторів якості медичної допомоги* та *Паспорти індикаторів якості медичної допомоги.*

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)»

Перелік посилань:

1. Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP). Звіт про науково-дослідну роботу за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 Етап 1. № держреєстрації 0121U111220 / Палагін О.В. та ін., 2021.

2. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №96078. Комп'ютерна програма "Когнітивна ІТ платформа ПОЛІЕДР (КІТ ПОЛІЕДР) ("POLYHEDRON")" / Стрижак О.Є та ін, 2020.

3. Про затвердження Протоколу надання реабілітаційної допомоги пацієнтам з коронавірусною хворобою (COVID-19) та реконвалесцентам: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 20.04.2021 р. № 771.

УДК 004.891.3

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОМБІНОВАНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО ВИРІШАЛЬНОГО ПРАВИЛА В МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

А. И. Поворознюк, О. А. Поворознюк
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
E-mail: ai.povoroznjuk@gmail.com

It was developed a mathematical model of the combined diagnostic decision rule and was substantiated the choice of its components in the work. The method of comparison with the prototype, in which the diagnosed states are represented by their prototypes in the feature space, was chosen as an objective component. The expert information on the structure of symptom complexes is formalized by presenting the symptom complex of diseases with numerical intervals of linguistic variables.

Вступ. На теперішній час є широкий спектр комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень в різних предметних областях медицини [1], в яких постановка комп'ютерного діагнозу в формалізованому виді представляється задачею класифікації, тобто реалізується вирішальне правило (ВП) визначення стану D_i діагностуємого об'єкта (пацієнта) ω при аналізі векторам вхідних ознак [2]. ВП визначається на етапі навчання при аналізі навчальної вибірки, елементами якої виступають пацієнти з підтвердженим діагнозом (об'єктивна складова). Традиційна діагностика заснована на систематичному огляді пацієнта, аналізі анамнезу, скарг та об'єктивних ознак захворювання, що були виявлені при фізичному дослідженні – огляді, перкусії та ін. а також за допомогою лабораторно-інструментальних досліджень. Виявленні ознаки (симптоми) захворювання лікар об'єднує в синдроми (сукупність симптомів, що мають спільний патогенез), на основі яких робиться висновок про можливе захворювання. При цьому важливу роль відіграє кваліфікація та досвід лікаря (суб'єктивна складова).

Метою роботи є розробка комбінованого вирішального правила, яке б дозволило врахувати як об'єктивну, так і суб'єктивну складову процесу постановки діагнозу.

Розробка моделі комбінованого вирішального правила. В якості об'єктивної складової ВП роботі використовується метод порівняння з прототипом, який найчастіше використовується при

аналізі числових ознак, в випадку, коли класи Ω_m ($m=\overline{1,M}$) утворюють компактні множини об'єктів, що мають сферичну форму в просторі ознак. При цьому кожний із класів Ω_m описується прототипом $\omega^{m\text{э}}$, у якості якого вибирається геометричний центр угруповання класу. При реалізації методу розрізняють етап навчання, та етап класифікації.

На етапі навчання обчислюються координати прототипу кожного класу по формулі

$$x_i^{m\text{э}} = \frac{1}{n_m}\sum_{j=1}^{n_m} x_i^j\ ,\ (i=\overline{1,p}),(m=\overline{1,M})\ ,$$

де $x_i^{m\text{э}}$ – i-та координата еталонного об'єкта класу Ω_m;

n_m – кількість об'єктів класу Ω_m в навчальній вибірці;

x_i^j – i-та координата j-го об'єкта класу Ω_m в навчальній вибірці;

p – розмір координатного простору (кількість діагностичних ознак);

M – кількість класів, на які виконується класифікація невідомого об'єкта (кількість діагностуємих станів в даній предметній області медицини);

На етапі класифікації (постановка діагнозу) обчислюються відстані $R(\omega,\omega^{m\text{э}})$ від точки класифікуємого об'єкта ω в просторі ознак до кожного прототипу $\omega^{m\text{э}}$ класу m по формулі

$$R(\omega,\omega^{m\text{э}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{p}(x_i^{\omega}-x_i^{\omega^{m\text{э}}})^2}\ ,\ (m=\overline{1,M})\ ,$$

Невідомий об'єкт ω належить до класу ω^t, відстань до прототипу якого $R(\omega,\omega^{t\text{э}})$ буде мінімальною:

$$R(\omega,\omega^{t\text{э}}) = \min_{m=\overline{1,M}} R(\omega,\omega^{m\text{э}}),$$

Врахування експертної інформації щодо структури симптомокомплексу. Інформацію про симптоми захворювань у неформалізованому виді можна знайти в різних медичних довідниках [3], яку можна вважати експертною оцінкою захворювання, виробленою багатьма поколіннями лікарів.

Розглянемо врахування експертних оцінок щодо структури симптомокомплексу при обчисленні координат еталонів класів.

Лікарі-фахівці частіше за все оперують поняттями норми того чи іншого показника, що виражається у розбитті динамічного діапазону ознаки на три інтервали: "нижче норми", "норма", "вище норми".

Якщо відомі значення динамічних діапазонів всіх ознак, а також граничні значення «норми», то центри цих діапазонів і є числовим вираженням прототипу класу ωml, який одержано не по навчальній вибірці, а по експертній оцінці симптомокомплексу.

Будучи отриманими з різних передумов (статистика й думка експерта), вони описують загальну проблему з різних позицій. Природним є припущення, що їхнє спільне використання перспективно, тому можуть бути запропоновані наступні варіанти їхнього спільного використання:

1) Колектив ВП. Симптомокомплекс X аналізується за допомогою кожного із ВП, яким заданий ступінь довіри w_i. Блок логічного виводу формулює остаточний діагноз D_k на підставі зважених результатів роботи кожного з ВП. Варіанти реалізації блоку логічного виводу:

$$\min(R(\omega,\omega^{m\text{э}}),(R(\omega,\omega^{ml}))\to D_k\ ,$$

$$\min(w_1R(\omega,\omega^{m\text{э}})+w_2(R(\omega,\omega^{ml}))\to D_k\ .$$

2) Підсумовування оцінок. Остаточний варіант комбінованого ВП, що пропонується в даній роботі полягає у використанні суми оцінок складових кожної координати еталона у методі порівняння з прототипом. При цьому координати прототипа на етапі навчання обчислюються за формулою

$$x_i^m = k_1x_i^{m\text{э}} + k_2x_i^{ml}\ .$$

Вагові коефіцієнти k_i визначаються на етапі навчання системи і відповідають ступеню довіри до кожної складової. Кінцевий користувач-експерт повинен мати можливість корегувати ці значення на власний розсуд під особисту відповідальність. В подальшому класифікація нових об'єктів виконується за стандартним алгоритмом методу порівняння з прототипом.

Висновки. У роботі розроблена математична модель вирішального правила на основі модифікації методу порівняння з прототипом шляхом внесення експертної інформації щодо структури симптомокомплексів при обчисленні координат прототипів класів.

Перелік посилань:

1. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики: монографія / О. Г. Аврунін, Є. В. Бодянський, М. В. Калашник, В. В. Семенець, В. О. Філатов. – Харків: ХНУРЕ, 2018. 236с.

2. Поворознюк А. И. Системы поддержки принятия решений в медицинской диагностике. Синтез структурированных моделей и решающих правил / А. И. Поворознюк – Saarbrücken Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. 314 с.

3. Бородулин В.И. Справочник практического врача в 2-х книгах. Книга 1 / В. И. Бородулин, А. В. Тополянский – М.: Оникс; Мир и Образование, 2007. 752 с.

УДК 617.741-004.1; 617.742

АНАЛІЗ МУЛЬТИФОКАЛЬНОСТІ ОБ'ЄМОЗАМІННОЇ ІНТРАОКУЛЯРНОЇ ЛІНЗИ

О. С. Поліщук, В. В. Козяр
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: E_1_@ukr.net

The given work is devoted to the study of the multifocal ability of the developed volumetric intraocular lens. The lens must provide high quality vision at near, intermediate and long distance. The natural accommodation mechanism is involved in changing the focal length of the proposed intraocular lens.

Вступ. В Україні кожного року реєструється більш ніж 3 мільйони звернень громадян за медичною допомогою при захворюваннях органу зору. У структурі очної захворюваності останні 10 років катаракта посідає друге місце (11%) після захворювань кон'юнктиви (30,7%) [1]. Відповідно цього, найбільшу частку оперативних втручань в сучасних офтальмохірургічних клініках виконують з приводу катаракти. В світі кожний рік таких операцій проводять понад 10 мільйонів[2]. Катаракта є поліетіологічним захворюванням, розвиток якого залежить від віку, статі, наявності шкідливих звичок, спадкової схильності, діабету, а також впливу високих доз ультрафіолетового випромінювання. Оперативне втручання відбувається із заміною природного кришталика на штучний. За ступенем відновлення акомодації всі моделі інтраокулярних лінз (ІОЛ) розділяють на три групи: неакомодуючі, псевдоакомодуючі та акомодуючі. Багатофокусність мультифокальних лінз досягається за рахунок зміни оптичної сили ІОЛ внаслідок впливу на неї циліарного м'яза.

Мета дослідження. Аналіз здатності зміни фокусної відстані розробленої об'ємозамінної інтраокулярної лінзи, достатньої для забезпечення зору на близькій, проміжній та далекій відстанях із задіянням природного механізму акомодації.

Матеріали й методи. Дослідження проводилось на інтраокулярній лінзі "NVision Optics" власного дизайну в середовищах Comsol та Solidworks із залученням функції simulation. Вплив циліарного м'яза відбувався від периферії до центру ІОЛ.

Результати дослідження. Прийнявши, що ширина кільцеподібного циліарного м'яза дорівнює 2 мм, а його товщина - 1 мм, то поперечний переріз складе 2 мм^2. Сила скорочення циліарного м'яза може дорівнювати 0,00784 Н, при цьому, радіус циліарного кільця зменшується на 0,8 мм [3]. Вектор сили спрямований до центру кола, яким є периферійний край ІОЛ. Так як циліарні м'язи розтягують капсульний мішок кришталика для зору на далеку відстань, зменшуючи цим самим сагітальну товщину кришталика, для моделювання, можливо прикласти силу до однієї зі стінок ІОЛ. Скориставшись програмними середовищами Comsol та Solidworks, було проведено симуляцію

впливу циліарного м’яза та капсули кришталика на запропоновану об’ємозамінну інтраокулярну лінзу (рис. 1, 2).

Прийнявши до уваги те, що товщина кришталика дорослої людини, в залежності від дистанції акомодації, становить від 3,6 до 5 мм [4], слідує висновок, що близько 1,4 мм різниці товщини кришталика приходиться на зміну фокусної відстані для забезпечення акомодаційної здатності.

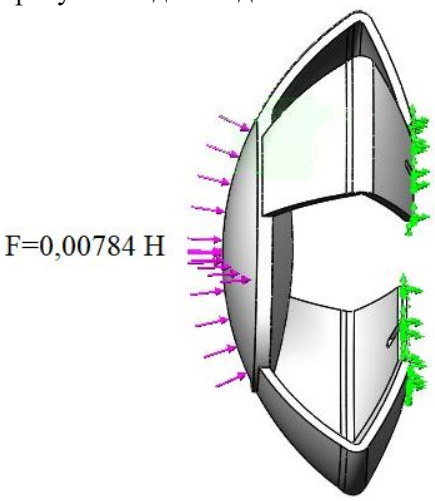


Рис.1. Симуляція впливу сили циліарних м’язів на ІОЛ

Сила величиною 0,00784 Н, прикладена до задньої частини ІОЛ (зліва на право). Права частина інтраокулярної лінзи жорстко зафіксована.

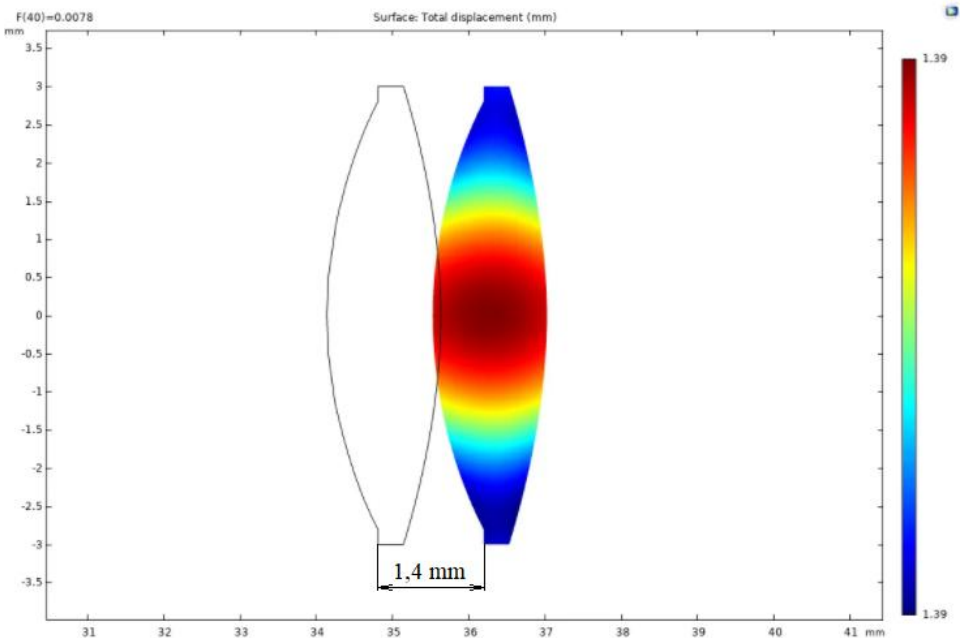


Рис.2. Переміщення оптичної частини ІОЛ

На рис.2. в напрямку вісі абсцис та ординат представлене зміщення ІОЛ в міліметрах.

За результатами моделювання (рис.2.) встановлено, що при прикладенні радіальної сили 0,00784 Н, інтраокулярна лінза переміщується вздовж оптичної осі ока до рогівки на відстань 1,4 мм. Такого переміщення оптичної частини лінзи цілком достатньо для забезпечення чіткого зору на різних дистанціях. Об’ємозамінна ІОЛ “NVision Optics”, дає змогу рівномірно розподілити навантаження на циліарні м’язи, відновити форму капсули кришталика і тонус м’язів та забезпечити мультифокальність. Дизайн лінзи протидіє розвитку вторинної катаракти, розрідженню скловидного тіла та іридодонезу. Передбачена, згідно конструктивних особливостей даної ІОЛ глибина

імплантації (розміщення оптичної частини) в початковому положенні на відстані від райдужної оболонки, зменшує величину виникнення негативних фотичних феноменів, які притаманні більшості існуючим ІОЛ.

Висновок. Катаракта очолює провідне місце по оперативним офтальмологічним втручанням. Видалення катаракти та імплантація штучного кришталика призводить до втрати акомодаційної здатності зору людини. Згідно проведеного аналізу за допомогою програмних продуктів Comsol та Solidworks, розроблена ІОЛ дає змогу забезпечити зір на близькій, проміжній та далекій дистанціях, що сприяє відновленню якості життя.

Перелік посилань:

1. Саржевський А. С. Оптимізація хірургічного лікування катаракти, ускладненої сублюксацією кришталика: автореф. дис. … канд. мед. наук : 14.01.18 / А. С. Саржевський; М-во освіти і науки України, Запорізький державний медичний університет. – Запоріжжя, 2017. 160 с.

2. Семакина А. С. Имплантация эластичной зрачковой интраокулярной линзы после факоэмульсификации катаракты при обширных дефектах связочного аппарата хрусталика: Дис. Канд. Мед. наук. - Москва,2019. 156 с.

3. Поліщук О. С. Дослідження пружніх властивостей гаптики інтраокулярних лінз // Біомедична інженерія та електроніка, 2020, № 2(25), 1-22. DOI: 10.6084/m9.figshare.12781772.

4. Катаракта: учеб.-метод. пособие для врачей-интернов по специальности «Офтальмология» / Н. Г. Завгородняя, Л. Э. Саржевская, Е. М. Ивахненко [и др.]. – Запорожье, 2017. 77 с.

УДК 612.216.1+004.89

РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ПОШИРЕННЯ КОРОНАВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ COVID 2019

К. І. Попова [1, 2], В. І. Луценко [1, 3], І. В. Луценко [1, 2], М. Ф. Бабаков [1, 3], Иян Ло [1,4]

[1] Інститут радіофізики і електроніки ім. А. Я. Усикова НАНУ

[2] Комунальний заклад "Центр позашкільної освіти "Вектор" Харківської міської ради"

[3] Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е Жуковського

[4] Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

E-mail: vladislavlutsenko@ukr.net

The work analyzes the determination of factors affecting the rate of spread and the severity of this new type of viral infection, which can be used to construct regression models of its spread.

Вступ. Пандемія нового коронавірусного захворювання – COVID-19 от уже майже рік продовжує поширюватися із загрозливою швидкістю, створюючи глобальну надзвичайну ситуацію як в області охорони здоров'я, так і у всіх сферах життя і діяльності людини негативно впливаючи на економіку країн. Зараз для прогнозування інфекційної захворюванності використовуються різні види моделей: регресійні (неадаптивні, та адаптивні, моделі авторегресії), поточне оцінювання, калмановську фільтрацію та нейтронні мережі, кампартментні моделі [1-3]. Адаптивні регресійні моделі та нейронні мережі дають непогані результати при короткостроковому, а поточне оцінювання та неадаптивні регресійні моделі при довгостроковому прогнозуванні. Моделі авторегресії, калмановська фільтрація та компартментні моделі дають непогані результати, як при короткостроковому, так і довгостроковому прогнозуванні. Для виявлення особливостей поширення нового типу коронавірусних інфекцій проведемо аналіз поведінки захворюваності, смертності з використанням поточкового оцінювання та неадаптивних регресійних моделей [4, 5].

1. Використані бази даних і методика їх аналізу і отримані результати.

Для аналізу впливу різні факторів на захворюваність нової коронавирусной інфекцією COVID-19 використовувалися офіційні бази даних про захворювання та смертності від цієї хвороби в різних країнах [5] за період з початку березня 2020р по кінець серпня 2021р., тобто приблизно за 1,5 роки. На рис. 1 показані дані кількості хворих в Україні -(1), а також по добовій захворюваності - (2). Видно, що для добового захворіння наявна складова, з періодичністю у неділю (період 7 діб). Аналогічні особливості притаманні і добовій кількості померлих, та тих, що одужали. Як правило перед вихідними кількість захворівших та видужавших підвищуються, а на вихідні зменшуються, що

пов'язано з впливом на ці характеристики режиму роботи лікувального закладу. Як видно з рис. 1, крива (2) недільні коливання можуть перевищувати 100%. Для їх нівелювання можна запропонувати використання ковзного середнього за 7 діб:

$$N_i = \frac{1}{7}\sum_{i=i-3}^{i=i+3} N_i \,, \qquad (1)$$

де N_i –параметр, що згладжують.

Видно- (рис. 1, крива 3), що запропонована процедура дозволяє суттєво, більш ніж на порядок, зменшити рівень тижневих флуктуацій інформаційних параметрів. Співставлення рівня добового захворювання з кількістю хворих показує, що останній параметр досягає максимуму приблизно на 12…16 днів пізніше, ніж перший. Для другої хвилі захворювання був характерний більший на 10…15% рівень максимального значення захворюваності ніж для першої, яка має внаслідок накладення сезонної хвилі захворюваності ОРЗ більшу на 35...55% тривалість (на рівнях від 50% до 5% від максимуму), ніж друга хвиля. Після 14.07.2021 Україна пройшла мінімум захворювань COVID-19 і почалася третя хвиля. Її максимум слід очікувати у жовтні. З урахуванням того, що в цей час відбудеться сезонне підвищення захворювань ОРЗ, це призведе до пролонгації хвилі захворювань до грудня 2021р січня 2022р.

На рис. 2 наведені залежності кількості хворих COVID-19 в Україні і окремих її регіонах, як на заході, так в центрі та сході. Масштаб відображення по осі ординат такий, як і на попередньому рисунку, -логарифмічний. Видно, що в цілому характер поведінки кількості хворих як в цілому в Україні, так і в окремих її регіонах схожий. Відрізняються моменти досягнення максимумів хвилями захворювання. Раніше починалися хвилі захворювання в регіонах з великою кількістю заробітчан, та тих де розташовані міжнародні аеропорти. Для України в цілому характерним є більш тривалі хвилі захворювань, з меншою швидкістю наростання та спаду, що пов'язано з усередненням хвиль захворювання різних регіонів. Аналогічний вигляд має ця характеристика і для Києва.

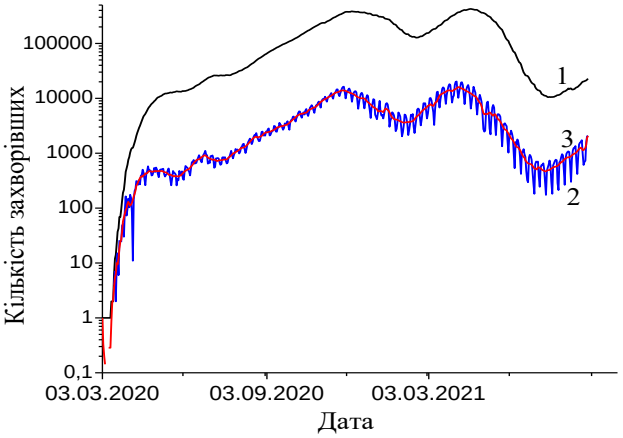


Рис. 1. Захворюваність добова-(2), згладжена за неділю-(3), та кількість хворих (1) в Україні

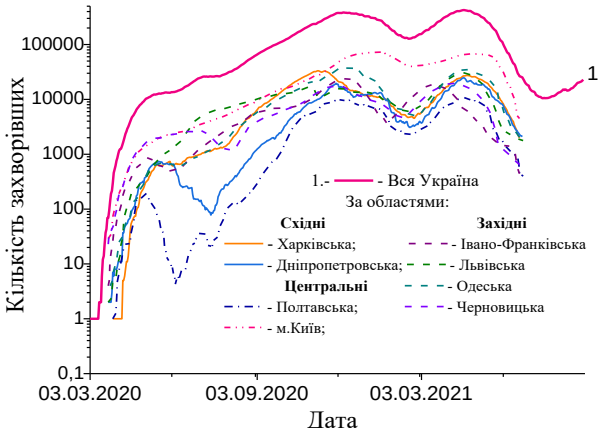


Рис. 2. Кількість хворих в Україні –(1) та по окремим регіонам

Висновки. Використання ковзного згладжування за 7 діб для добового захворювання, смертності та кількості тих ,хто одужав дозволяє нівелювати недільні флуктуації цих характеристик. Залежність кількості хворих повторює поведінку рівня інфікування з затримкою приблизно у 2 неділі. Повторні хвилі хвороби можуть мати більші значення максимально хворих людей та більш стрімке наростання та спад хвилі захворювання. Характеристики інфікування та захворювання для окремих регіонів та України в цілому мають аналогічний вигляд, причому для регіонів з великою кількістю заробітчан та наявністю вузлових міжнародних аеропортів хвилі захворювання починаються раніше и раніш закінчуються. Для України в цілому вони мають більшу протяжність ніж для окремих регіонів.

Перелік посилань:

1. Попова К.І Фактори, що впливають на поширення нового типу коронавірусние інфекції Covid-19 / К.І Попова, В.І. Луценко, І.В. Луценко, М.Ф Бабаков // VIII Міжнародна науково-практична конференція

«Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвячена пам'яті професора Кунченка Ю.П., 25-26травня 2021. м.Черкаси: Тези доповідей. – Черкаси: ЧДТУ, 2021. – С.126-128.

2. Кривенко О.В. Нові математичні моделі поширення вірусних інфекцій / О.В. Кривенко, Є.О. Кривенко, В.І. Луценко, М.Ф. Бабаков // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвячена пам'яті професора Кунченка Ю.П., 25-26травня 2021. м.Черкаси: Тези доповідей. – Черкаси: ЧДТУ, 2021. – С.32-34.

3. Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на 11–24 серпня 2021 року («Прогноз РГ-49») / Повідомлення НАН України. – URL: https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID =8082.

4. Пандемія COVID-19. Хімія і економіка. Спеціальний випуск: інформаційно-аналітичний збірник: / За редакцією д.е.н. Мізінцевой М.Ф. // ВІНІТІ РАН. - М., Видавництво ВІНІТІ РАН, 2020. 206 с.

5. Коронавірус: статистика по країнам – URL:https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/ geography/.

УДК 004.82 + 004.91

РОЗРОБЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПІДТРИМКИ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ. ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД

В. В. Приходнюк
Національний центр «Мала академія наук України»
E-mail: Prikhodnyuk_Vitaly@nas.gov.ua

The given work is devoted to the approach for creation of modern information-analytical systems based on ontological interactive documents. Interactive documents are software modules that use the sets of ontologies for both storing information and controlling their behaviour. This approach allows rapid deployment of such systems in complex subject areas, and simplifies the following system maintenance process. An example of usage of interactive documents for creation of rehabilitation process supporting module is given.

Реабілітація є важливою складовою системи охорони здоров'я. За даними ВООЗ [1], більш ніж 2.4 млрд. людей в світі потребують реабілітації, при цьому в деяких країнах рівень забезпеченості реабілітацією може не досягати 50%. Особливо складною ситуація з забезпеченістю реабілітацією стала в умовах пандемії COVID-19, що призвела до перебоїв з забезпеченням реабілітації в 60-70% країн світу.

Одними з ключових факторів, що, згідно даних ВООЗ [1], не дозволяють в повній мірі забезпечити потреби в реабілітації, є:

– відсутність доступу до реабілітації за межами міських районів;
– дефіцит кваліфікованих спеціалістів в області реабілітації;
– низький рівень наукової роботи і збору даних, що стосуються реабілітації.

В деякій мірі дані проблеми можуть бути вирішені шляхом впровадження новітніх інформаційних технологій для підтримки процесів реабілітації. Прикладом такої технології є трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP), що розробляється за підтримки гранту Національного фонду досліджень України. Одним з напрямків розробки TISP є створення інструментарію для підтримки процесів реабілітації шляхом збору і подальшого аналізу релевантної інформації з просторово та тематично розподілених джерел – як про конкретного пацієнта, так і загальної, довідкової. Основою для створення такого інструментарію є підхід з використанням інтерактивних документів [2, 3] як онтолого-керованих програмних модулів.

Даний підхід передбачає розробку спеціалізованих онтологій [3, 4] двох типів – інформаційних (містять необхідну інформацію про пацієнтів, способи лікування та ін.), і керуючих (визначають власне функціональність системи згідно обов'язків експертів-реабілітологів).

Інформаційні онтології створюються шляхом структуризації і подальшого представлення в онтологічній формі важливих для процесу реабілітації документів і стандартів. Одним з прикладів

інформаційних онтологій є онтологічне представлення Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ).

Керуючі онтології створюються експертами предметної галузі шляхом аналізу функцій і обов'язків, покладених на спеціалістів-реабілітологів. Такі онтології визначають послідовність кроків, які повинен виконати спеціаліст на всіх етапах процесу реабілітації. Важливою особливістю даного підходу є розподіл обов'язків між розробниками системи і експертами предметної галузі – можливість останніх ефективно і оперативно реагувати на зміни законодавства, рекомендацій, методик лікування та ін. дозволяють значно спростити процес підтримки системи в актуальному стані.

Інтерактивний онтологічний документ [3] створюється на основі набору інформаційних і керуючих онтологій. Основа функція інтерактивного документу – забезпечення інтерактивної взаємодії з наявною в онтологіях інформацією. Прикладом інтерактивного документу є модуль супроводження реабілітаційних заходів на рівні «реабілітолог-пацієнт», загальний вигляд якого показано на Рис. 1.

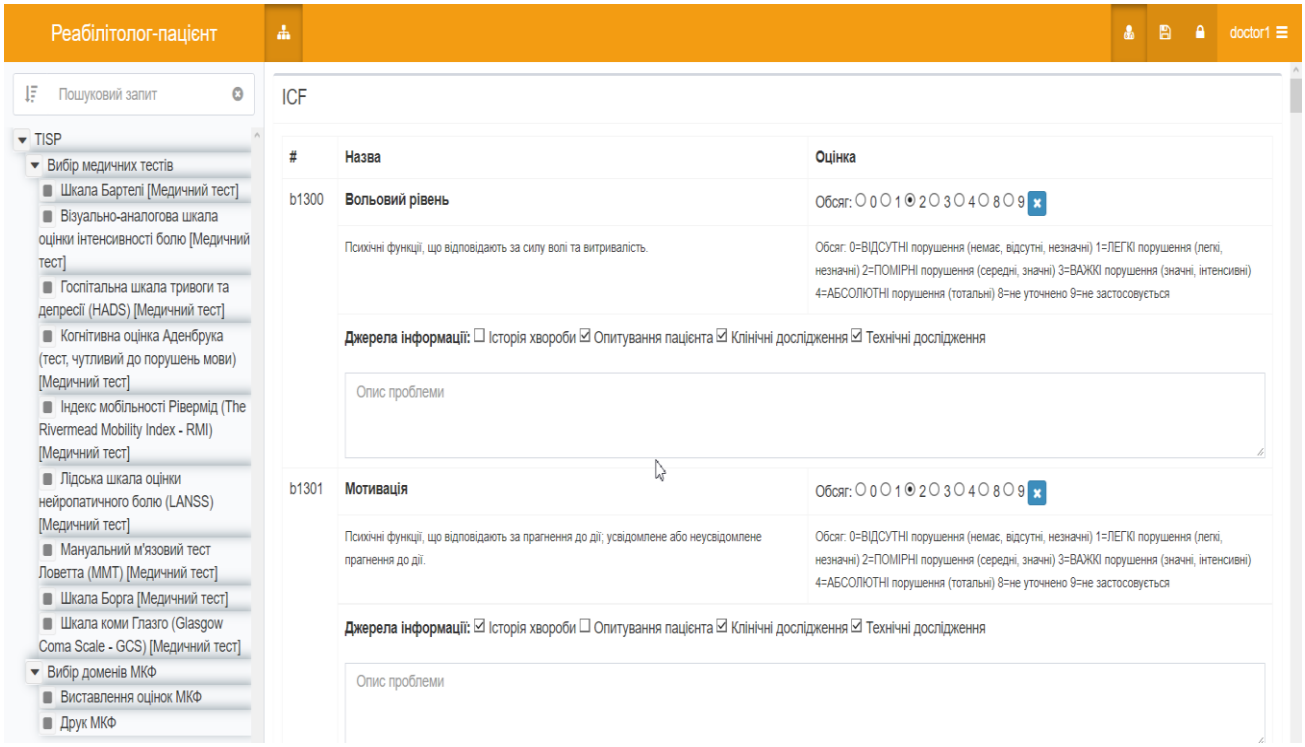


Рис. 1. Загальний вигляд модулю супроводження реабілітаційних заходів

Основна функція даного модулю – підтримка процесів оцінки стану пацієнта. Для цього модуль містить онтологічні представлення різноманітних методик оцінки стану (в першу чергу – власне МКФ). Експерт-реабілітолог може вибирати ті з методик, які відповідають його напряму діяльності, і виставляти по ним оцінки, після чого автоматично генерується функціональний профіль пацієнта.

В ході подальшої розробки TISP здійснюється модернізація даного модуля – розширення доступного набору методик оцінки стану (зокрема – додавання нових доменів МКФ), а також додавання нових функцій (зокрема таких, що стосуються подальшого аналізу зібраної інформації, визначення рекомендацій та ін.). Паралельно здійснюється наповнення підключеної до модуля довідкової системи в сфері реабілітації.

Висновки. Онтолого-керований підхід до розробки програмних модулів дозволяє значно спростити і пришвидшити процес їх розробки. Це дуже важливо при роботі в рамках складних предметних галузей з великою кількістю міждисциплінарних зв'язків, до яких належить і реабілітологія. Надзвичайно важливим при використанні підходу є те, що інформаційні та керуючі онтології, які є основою для функціонування створених з використанням даного підходу систем,

можуть модифікуватись експертами відповідної предметної галузі. Це значно спрощує і підвищує оперативність процесу адаптації таких систем під зміни в законодавство, впровадження в них нових методик лікування та ін.

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)»

Перелік посилань:

1. WHO Rehabilitation Fact Sheet. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation (дата звернення: 29.09.2021).

2. Stryzhak O., Prykhodniuk V., Popova M., Nadutenko M., Haiko S., Chepkov R. Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham : Springer. 2021. С. 97–114. - https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8.

3. Приходнюк В. В. Технологічні засоби трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації. Київ : Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. 2017. 160 с.

4. Мінцер О. П., Попова М. А., Приходнюк В. В., Стрижак О. Є. Онтологія в системній біомедицині. Київ : ТОВ «КАЛЕНДАР ТМ». 2021. 300 с.

УДК 534.7: 612.2

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ СИГНАЛИЗАТОР НА СМАРТФОНЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕСПИРАТОРНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Л. С. Файнзильберг
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН Украины и МОН Украины
E-mail: fainzilberg@gmail.com

A prototype of information technology (IT) to provide alarms about possible respiratory disorders that require an in-depth medical examination has been developed. The construction of a personalized standard of normal respiratory respiration of the user is based on the intelligent processing of a finite sample of realizations registered by the user on one's own using a microphone built into the smartphone.

Введение. Характер протекания ряда заболеваний предполагает распределенную систему предоставления медицинских услуг, когда домашнее наблюдение и лечение приобретает важное значение. Не случайно приближение медицинских средств к пациенту – одна из главных задач цифровой медицины [1].

Такая задача приобретает особую актуальность в связи с пандемией *COVID-19,* поскольку, с одной стороны, важно своевременно диагностировать и начать лечение пациента при угрозе развитии вирусной пневмонии (минимизировать вероятность «пропуска цели»), а, с другой стороны, предотвратить необоснованные посещения медицинских учреждений, которые несут опасность контакта здорового пациента с возможными носителями короновирусной инфекции (минимизировать вероятность «ложной тревоги»).

Основная часть. Развитие средств цифровой вычислительной техники положило основу компьютерным системам анализа звуков дыхания [2,3]. Разумеется, с такими достаточно сложными системами, которые позволяют дифференцировать респираторные шумы, работают обученные специалисты в клинических условиях.

Покажем, что развитие технологии смартфонов позволяет решить более простую, но важную задачу: сигнализировать конкретному пациенту о необходимости пройти углубленную проверку в медицинском учреждении для постановки квалифицированного диагноза.

С помощью встроенного микрофона зарегистрируем респираторные шумы в определенной точке грудной клетки при нормальном функциональном состоянии органов дыхания и построим фоноспирограммы Ψ_1, …, Ψ_N, каждая из которых представляет собой функцию:

$$\Psi = \Psi(f, t), \tag{1}$$

где Ψ – энергия (уровень) звукового сигнала частотой $f \in F$ в момент времени $t \in T$. Здесь $F = [f_1, f_2]$ диапазон регистрируемых частот в заданном интервале наблюдения $T = [t_1, t_2]$.

Близость двух фоноспирограмм Ψ_μ и Ψ_ν будем оценивать величиной:

$$L_{ij} = \min_{\rho=0,\dots\Theta} \frac{1}{K} \sum_{k=1}^{K} \left| \Psi_\mu^{(k)}(f,t) - \Psi_\nu^{(k)}(f,t-\rho) \right|, \tag{2}$$

где Θ – максимальный допустимый сдвиг по времени характерных точек фоноспирограмм.

Расстояния (2) образуют в метрическом пространстве область, которая определяет *персонифицированную* норму дыхательной системы *конкретно*го пациента. Расположение текущего наблюдения относительно этой области позволяет принимать решения о состоянии дыхательной системы пользователя (рис. 1).

Построим матрицу парных расстояний $L_{\mu\nu}$ между μ-й ($\mu = 1,\dots, N$) и ν-й ($\nu = 1,\dots N$) фоноспирограммами Ψ_μ и Ψ_ν обучающей выборки:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} L_{11}, & L_{12},\dots, & L_{1N} \\ L_{21}, & L_{22}, \dots, & L_{2N} \\ & \dots & \\ L_{N1}, & L_{N2},\dots, & L_{NN} \end{pmatrix}. \tag{3}$$

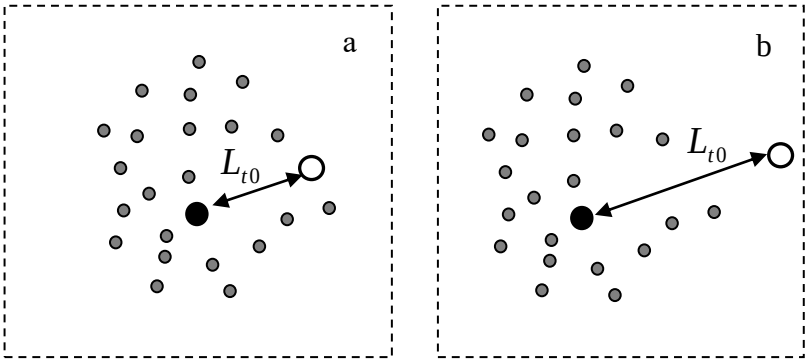


Рис. 1. Области персонифицированной нормы фоноспирограмм:
обучающие (серые точки); эталонная (черная точка) и текущая (белая точка)

Строка матрицы Λ, сумма элементов которой минимальна, определит эталонную (наиболее характерную) фоноспирограмму данного пациента

$$S_0 = \arg\min_{1 \le \nu \le N_0} \sum_{\mu=1}^{N_0} L_{\mu\nu} \ . \tag{4}$$

В результате по расстоянию L_{n0} между наблюдаемой фоноспирограммой S_n и эталонной S_0 можно принимать решение по схеме:

персональная норма, если $L_{n0} \le L^0$; (5)

признаки респираторного нарушения, если $L_{n0} > L^0$; (6)

где L^0 – некоторое пороговое значение.

Предложенный подход программно реализован на языке программирования Java с использованием интегрированной среды разработки Android Studio 4.1.2. (По заданию автора программу реализовал студент КПИ им. Игоря Сикорского С.Р. Соловей.). Программа ориентирована на работу под управлением операционной системы Android 4.1 и выше [4].

Выводы. Испытания подтвердили работоспособность программного продукта, позволяющего с помощью смартфона принимать решение о необходимости посетить медицинское учреждение для

обследования и консультаций с врачом. В перспективе предполагается развитие предложенного подхода на основе средств телемедицины.

Перечень ссылок:

1. Гриценко В.И., Файнзильберг Л.С. Интеллектуальные информационные технологии в цифровой медицине на примере фазаграфии. Киев: Наукова Думка, 2019. 423 с.

2. Murphy R.L.H., Vyshedskiy A. et all. Automated Lung Sound Analysis in Patients With Pneumonia // *Respiratory Care*. 2005, vol. 49, no. 12, pp. 1490-1497.

3. Гончарова Ю.О. Перспективи застосування фоноспірографічної комп'ютерної діагностики у дітей із бронхолегеневою дисплазією // *Вісник ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія»*. 2013, том 13, вып. 2(42), с. 85-88.

4. Fainzilberg L.S., Solovey S.R. Self-learning information technology for detecting respiratory disorders in home conditions // *Cybernetics and computer engineering*. 2021. No. 2 (204). P. 64-83.

УДК 681.32

ОЦЕНКА СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ ПО ПАЛЬЦЕВОЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЕ, РЕГИСТРИРУЕМОЙ С ПОМОЩЬЮ ВСТРОЕННОЙ КАМЕРЫ СМАРТФОНА

Л. С. Файнзильберг, А. Н. Макеенок
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН Украины и МОН Украины (МНУЦ ИТИС)
E-mail: fainzilberg@gmail.com

An original approach to the analysis and interpretation of a finger photoplethysmogram recorded by the built-in camera of a smartphone is being developed. It is shown that the use of intelligent algorithms makes it possible to estimate with acceptable accuracy the speed of propagation of a pulse wave that carries information about the stiffness of blood vessels.

Введение. Определение свойств кровеносных сосудов является важным звеном для раннего обнаружения, профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы. Известно, что старение организма сопровождается потерей эластичности кровеносных сосудов, что приводит к увеличению скорости распространения пульсовой волны. Этот фактор в настоящее время признается одним из главных фактором риска гипертензии и возникновения ишемической болезни сердца [1] .

Основная часть. В работе [2] предложен оригинальный метод регистрации пальцевой фотоплетизмограммы, регистрируемой с помощью встроенной камеры смартфона. Дальнейшие исследования были направлены на построение усредненной пульсовой волны и построению вычислительных алгоритмов, позволяющих автоматически выделять характерные точки, соответствующие моментам появления прямой волны (точка A), порожденной ударом сердца, и обратной пульсовой волны (точка B), отраженной от конечностей (рис. 1).

Для повышения надежности определения формы усредненной пульсовой волны проводится селекция и удаление ненадежных циклов. Предложенный подход к селекции отличается от традиционных подходов к решению задачи классификации: алгоритм обладает определенным «интеллектом» и позволяет в процессе обработки формировать описания «надежных» и «ненадежных» циклов текущей фотоплетизмограммы.

Автоматическое выделение точки B на усредненной пульсовой волне также потребовало привлечение нетривиальных алгоритмов, основанных на анализе первой и второй производных сигнала. Несмотря на то, что процедура численного дифференцирования принадлежит к числу некорректно поставленных математических задач, оригинальные процедуры фильтрации и регуляризации, рассмотренные в [3], позволили получать приемлемые оценки производных реальных пульсовых волн и обеспечить надежное обнаружение точки B даже в тех случаях, когда визуальное обнаружение этой точки затруднительно.

В результате по усредненной пульсовой волне вычисляются пять показателей, несущих диагностическую ценность:

$$DT = TB - TA, \tag{1}$$

– интервал времени между точками B и A (время распространения пульсовой волны, с),

$$\Delta A = \frac{AB}{AA}, \tag{2}$$

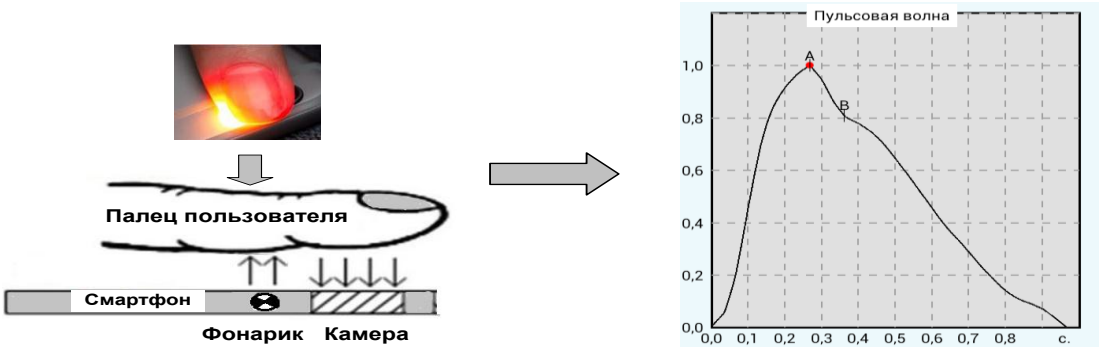


Рис. 1. Принцип регистрации пальцевой фотоплетизмограммы и результат ее обработки

– отношение амплитуд сигнала в точках B и A,

$$\Delta T = \frac{DT}{T}, \tag{3}$$

– относительное время распространения пульсовой волны,

$$S = \frac{AA - AB}{DT}, \tag{4}$$

– наклон спада пульсовой волны,

$$V = \frac{L}{DT}, \tag{5}$$

– скорость распространения пульсовой волны, м/с, где T – общая продолжительность усредненной пульсовой волны, а L – длина пути, по которому проходит пульсовая волна за время DT. Величина L вычисляется по росту испытуемого с помощью соотношения, полученного на основе стандартных пропорций человеческого тела.

Статистическая обработка данных (более 1000 фотоплетизмограмм 30 волонтеров обоего пола в возрасте от 20 до 80 лет) показала, что вычисленная скорость распространения пульсовой волны V (м/с) и возраст H (лет) испытуемого с коэффициентом корреляции $r = 0{,}8$ описывает линейное уравнение регрессии

$$V = 5{,}1807 + 0{,}0671H,$$

что согласуется с известными результатами медицинских исследований.

Для иллюстрации на рис. 2 показано рабочее окно программы, в котором отображается динамика показателя V, наблюдаемого в течение 150 дней у одного из испытуемых.

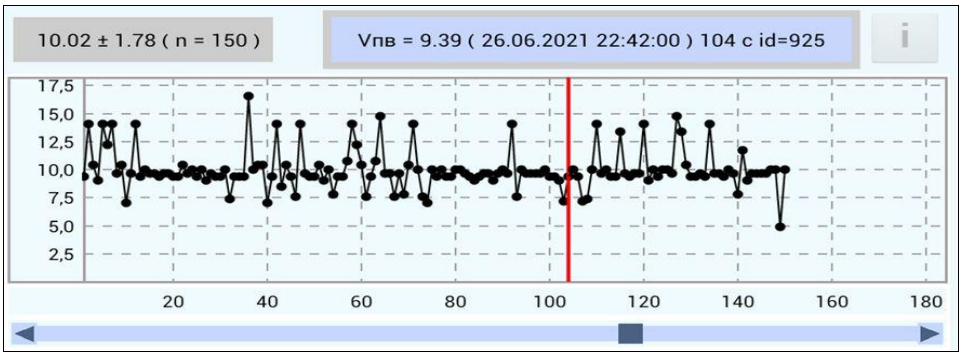


Рис. 2. Динамика скорости распространения пульсовой волны волонтера 70 лет

Среднее значение показателя V составило $10{,}02 \pm 1{,}78$ м/с. Отклонения V от среднего чаще всего соответствовали существенным изменениям артериального давления испытуемого.

Выводы. Применение интеллектуальных алгоритмов обработки сигнала позволяет с помощью программы на смартфоне без дополнительных технических средств оценивать параметры формы усредненной пульсовой волны, несущих диагностическую информацию о жесткости и тонусе кровеносных сосудов.

Перечень ссылок:

1. Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients // Hypertension. 2001. No. 37. P. 1236-1241.
2. Гриценко В.И, Файнзильберг Л.С. Интеллектуальные информационные технологии в цифровой медицине на примере фазаграфии. Киев: Наукова Думка, 2019. 423 с.
3. Файнзильберг Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. Киев: Наукова Думка, 2008. 333 с.

УДК 612.83: 616-009:519.21: 51-76

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХІВ ЛЮДИНИ ЗА ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИМИ СИГНАЛАМИ

М. О. Хвостівський, О. В. Фуч, Н. В. Пашкевич
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
46001, Тернопіль, вул. Текстильна, 28, кафедра біотехнічних систем
E-mail: kaf_bt@tntu.edu.ua

The article presents the current state and prospects of development of methods and software and hardware for identifying human movements by electroencephalographic signals that will help people with lost mobility to move limbs after accidents and other pathologies, as well as undergo a successful rehabilitation process.

Однією із актуальних задач світового медичного співтовариства є задача повернення можливості рухатися людям, які втратили кінцівки або такі, що втратили здатність рухатися. Найбільш ефективним методом реєстрації та дослідження активності головного мозку людини під час рухів людини є електроенцефалографія (ЕЕГ) (Andrew Y. Paek, Harshavardhan A., José L [1]. Contreras-Vidal, Yuan H., Perdoni C., He B. [2] та ін.). За допомогою ЕЕГ можна визначити зони локалізації активності ділянок мозку у вигляді приросту потужності біопотенціалів, а саме електроенцефалографічного сигналу (ЕЕГ-сигналу). Такий підхід дає змогу проаналізувати думку людини при рухах людини та розробити методи обробки ЕЕГ-сигналу, технічну систему та її програмні засоби, які допомагатимуть людям з втраченими можливостями рухати кінцівками після аварій та інших патологій, а також пройти процес успішної реабілітації.

Дослідження щодо виявлення активності мозку людини за рухами вказівного пальця людини проведено в межах кафедри біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Для реєстрації ЕЕГ-сигналу застосовано комп'ютерну систему Neurocom («ХАІ-Medica», м.Харків). Розподіл зон активності головного мозку за ЕЕГ-сигналами зображено у вигляді картинування. при рухах вказівного пальця із закритими очима.

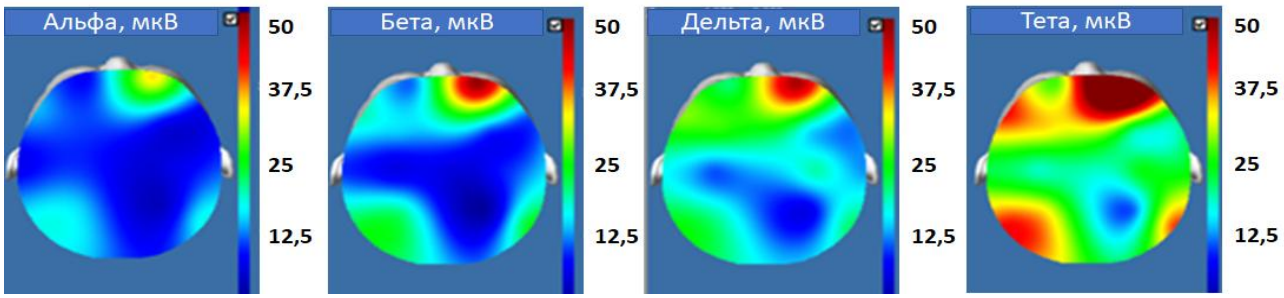


Рис. 1. Зони локалізації активності мозку людини за інтенсивностями хвиль ЕЕГ-сигналу

Таке дослідження є перспективним щодо використання його результатів при розробленні методів та засобів ідентифікації рухів людини для реабілітації та/або керування штучними протезами за допомогою декодованих ЕЕГ-сигналів як сигналів керування.

Перелік посилань:

1. Andrew Y. Paek, Harshavardhan A., José L. Contreras-Vidal. (2014) Decoding repetitive finger movements with brain activity acquired via non-invasive electroencephalography. March 2014. Frontiers in Neuroengineering 7:3. doi: 10.3389/fneng.2014.00003.

2. Yuan, H., Perdoni, C., and He, B. (2010). Relationship between speed and EEG activity during imagined and executed hand movements. *J. Neural Eng.* 7:26001. doi: 10.1088/1741-2560/7/2/026001.

УДК 612.176:004

ЗАСТОСУВАННЯ СКАТЕРОГРАМИ І РОЗПОДІЛУ ІМОВІРНОСТЕЙ R-R і P-Q ІНТЕРВАЛІВ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ХОЛТЕРІВСКОЇ ЕКГ

В. І. Шульгін, В. В. Федотенко, К. В. Наседкін

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

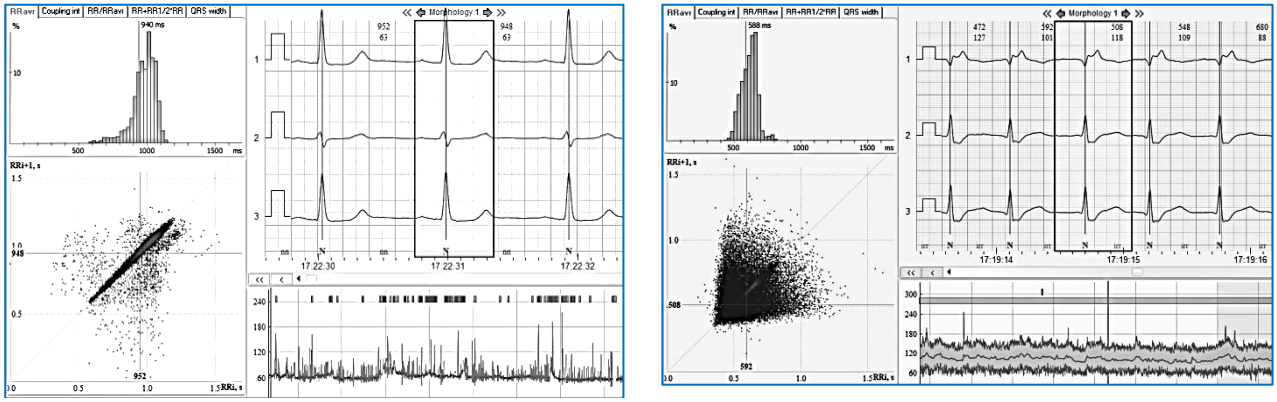
E-mail: v.shulgin@khai.edu

The paper shows the possibilities and efficiency of using such probabilistic characteristics of Holter ECG signals as the one-dimensional probability density of the distribution of RR and pQ intervals, as well as a two-dimensional scatterogram of the distribution of the next intervals in the R_i-R_{i-1} *and* RR_i-pQ_i *planes (Poincare plot, Lorenz plot) for compact display and editing of the analysis results of Holter records.*

Аналіз холтерівського (добових і багатодобових) записів ЕКГ в більшості сучасних моніторних систем виконується, як правило, в автоматичному або інтерактивному (за участю оператора) режимі. Працюючі в повністю автоматичному режимі системи аналізу обмежується видачею короткого звіту про проведене дослідження за стандартною формою з прикладами виявлених порушень, графіками і таблицями вимірювань параметрів різних порушень. Однак, достовірність результатів такого аналізу, як правило, залишає бажати кращого, і лікар, який проводив дослідження, уважно не переглянув результати і не виправивши виявлені помилки аналізу, не може з чистою совістю поставити підпис під підсумковим висновком про дослідження.

Системи з інтерактивним принципом аналізу припускають участь фахівця в оцінці результатів кожного з етапів автоматичного аналізу ЕКГ, і при необхідності - їх корекції. Може скластися враження, що такий спосіб аналізу вимагає набагато більше часу і має велику трудомісткість, ніж повністю автоматичний. Насправді це не так. Помилки аналізу - неправильно відмічені епізоди артефактів на добової ЕКГ, неправильно виявлені і класифіковані за наявності перешкод QRS-комплекси, ведуть до неправильних вимірів параметрів моніторної ЕКГ (інтервалів p-Q і Q-T, зсувів ST), неправильної оцінки порушень ритму і параметрів ВСР, і т. д. Накопичуючись по ходу аналізу, такі помилки призводять до абсолютно неадекватного підсумкового висновку про дослідження, а їх виправлення по завершенні аналізу вимагає дуже багато часу. Інтерактивна участь лікаря в ході аналізу дозволяє значно скоротити число таких помилок, оскільки, ніякий самий "розумний" алгоритм не може замінити досвіду грамотного фахівця.

Разом з тим, розробка програм аналізу, що працюють в інтерактивному режимі, вимагає використання особливих форм відображення результатів, що дозволяють в компактному і наочному вигляді, без необхідності стомлюючого перегляду всіх автоматично виявлених порушень, скласти інтегральне уявлення про їх наявність і характер. Однією з таких зручних і наочних форм відображення є щільності ймовірності розподілу RR інтервалів і інтервалів зчеплення, а також двовимірний розподіл чергових кардіоінтервалів Ri-Ri-1 - скаттерограма (Lorenz plot), широко використовувана для відображення результату аналізу Варіабельності Серцевого Ритму (ВСР) [1]. Однак, використання скатерограми не обмежується аналізом нормальних R-R інтервалів при аналізі ВСР. Не менш наочним і зручним є її використання для відображення різних порушень серцевого ритму [2, 3] на моніторних (добових) ЕКГ-записах - фібриляції передсердь (ФП) рис. 1 а, б, передчасних надшлуночкових (SVE) і шлуночкових (VE) скорочень, а скарерограма інтервалів RR-pQ - змін p-Q і порушень AV-провідності - рис. 2.



а) б)

Рис. 1. Щільність ймовірності розподілу інтервалів зчеплення і скаттерограма сукупності скорочень на холтерівської записи ЕКГ: нормальних - а), при ФП - б).

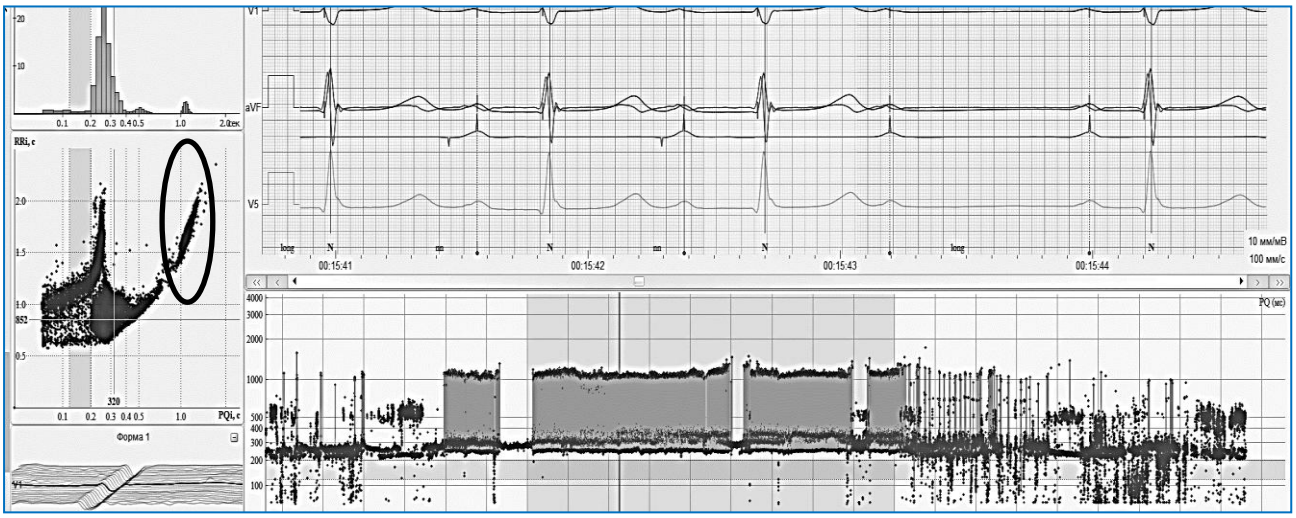


Рис. 2. Скатерограма розподілу p-Q при порушенні провідності і AV блокаді

У повному доповіді наведено безліч прикладів наочного відображення і виділення подібних порушень з використанням інструменту скаттерограми.

Результати та висновки: Запропонований спосіб відображення порушень ритму реалізований в програмі аналізу вітчизняної системи холтерівського моніторингу КардіоСенс. Використання двовимірних розподілів (скаттерограмм) чергових кардіоінтервалів Ri-Ri-1 і інтервалів RRi-pQi дозволяє в стислому і наочному вигляді відобразити на одній сторінці (на екрані монітора) всі порушення ритму і провідності, виявлені на добового запису ЕКГ. На скаттерограмме (так само, як і на одновимірному розподілі інтервалів і на графіку тренда інтервалів, справа внизу на рис. 2) можна виділити окремі області розподілів, і тим самим швидко переглянути і відредагувати всі епізоди порушень, що задовольняють умовам виділення (величинам інтервалів, часу виникнення порушень і.т.д.).

Перелік посилань:

1. Satti R., Abid N.U., Bottaro , M. (2019) The Application of the Extended Poincaré Plot in the Analysis of Physiological Variabilities. *Front. Physiol*., vol. 10, 19 February 2019 URL: https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00116.

2. Gladuli A., Moïse N. S., Hemsley S. A.. (2011) Poincaré plots and tachograms reveal beat patterning in sick sinus syndrome with supraventricular tachycardia and varying AV nodal block *Jorn. Vet Cardiology.* 2011 Mar; vol. 13. № 1: p.p. 63–70. doi: 10.1016/j.jvc.2010.12.001.

3. Liang Zhang, Danyang Zhao (2020) The clinical significance of Lorenz scatter plots in detecting ventricular parasystoles. *Intern. Jorn. Clinic. Experiment. Medicine* 2020; vol.13. № 6: p.p. 4243-4250.

УДК 618.2:004.65

ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ ПЛОДА З БАГАТОКАНАЛЬНОГО АБДОМІНАЛЬНОГО СИГНАЛА В РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ

В. І. Шульгін, В. В. Федотенко
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"
E-mail: v.shulgin@khai.edu

The paper proposes and investigates an algorithm for the extraction of a fetal ECG (FECG) from a multichannel abdominal signal in real time, including procedures for adaptive filtering of interferences, removal of the mother's electrocardiogram (MECG), an online procedure for decomposition the signal into independent components and automatic selection of FECG component from them. The algorithm is implemented in the analysis software of the BabyCard system.

Технологія неінвазійної електрокардіографії плода (NI-FECG), яка заснована на обробці сигналів, що реєструються на абдомінальної поверхні вагітної жінки, в останні роки привертає все більшу увагу, як пренатальних лікарів, так і фахівців в області обробки електрофізіологічних сигналів.

Клініцисти зацікавлені в цьому, як в новому інструменті для діагностики стану плода та різних аномалій перебігу вагітності, який, на відміну від традиційної ультразвукової кардіотокографії, має абсолютну безпеку і набагато більш високу інформативність. Технологія NI-FECG повністю неінвазійна, використовує природні електричні сигнали, що спостерігаються на поверхні живота вагітної жінки для отримання фізіологічної інформації про серцевий ритм плода і його порушення, яка перевершує результати ультразвукової доплерографії, і дозволяє проводити детальний аналіз ЧСС плода, серцевих аритмій і варіабельності серцевого ритму, аналіз AC/DC. NI-FECG дозволяє проводити антенатальний моніторинг без обмежень по тривалості і дистанційно.

Фахівців же в області обробки сигналів технологія NI-FECG привертає, як нова область застосування сучасних методів цифрової обробки сигналів. Інтерес тут обумовлений тим, що спостережуваний на абдомінальної поверхні вагітної жінки електричний сигнал має дуже низький рівень корисного компонента - ЕКГП і містить велику кількість компонентів, що заважають, з набагато більшою амплітудою (електрокардіограма матері, мережеві перешкоди, електроміографічна активність м'язів і матки, електродні шуми і артефакти) . Виділення FECG з цієї суміші - досить складна і цікава задача, що вимагає використання складних методів її обробки.

Інформативність і стабільність одержуваної при NI-FECG клінічної інформації в першу чергу визначається якістю виділення ЕКГП з суміші сигналів, що спостерігається. Останнє, в свою чергу, залежить від великої кількості факторів - терміну вагітності, параметрів записуючого устаткування, кількості каналів реєстрації, якості електродів, схеми і якості їх накладення, способу і алгоритмів обробки сигналу. При цьому, як правило, якість виділення ЕКГП тим вище, чим більше каналів реєстрації використовується в системі, Однак, збільшення числа каналів веде до значного ускладнення алгоритмів спільної обробки спостережуваного багатоканального сигналу, яка в таких випадках зазвичай виконується після збереження повної його записи (офлайн). У той же час, часто важливо отримувати інформацію про життєві параметри плода в реальному масштабі часу, безпосередньо в ході реєстрації сигналу (онлайн) [1]. У роботі розглядається структура і алгоритм обробки багатоканального абдомінального сигналу, що забезпечують стійке виділення ЕКГП і аналізу серцевого ритму плода практично в реальному масштабі часу.

Алгоритм реалізований у вигляді ланцюжка операцій, які виконуються послідовно, одна за одною. При цьому, результат обробки даних відображається з затримкою в 2 секунди відносного

чергового серцевого скорочення матері, необхідної для виконання адаптивної фільтрації сигналу. Послідовність дій, виконуваних алгоритмом, наведена нижче.

1) Введення в програму в реальному часі з реєструючого пристрою (в нашому випадку - 7-канального) повного абдомінального сигналу і сигналу грудного відвідення.

2) Фільтрацію багатоканального сигналу з використанням фільтрів НЧ і ВЧ 4-го порядку з частотами зрізу 100 Гц і 1 Гц, відповідно, а також режекторного фільтра 50 Гц.

3) Виявлення моментів скорочень серця матері (ЕКГМ) за сигналом грудного відведення.

4) Формування поточного усередненого комплексу ЕКГМ у всіх абдомінальних відведеннях.

5) Адаптивне придушення ЕКГМ у всіх абдомінальних відведеннях з використанням в якості опорного сигналу поточних усереднених комплексів ЕКГМ.

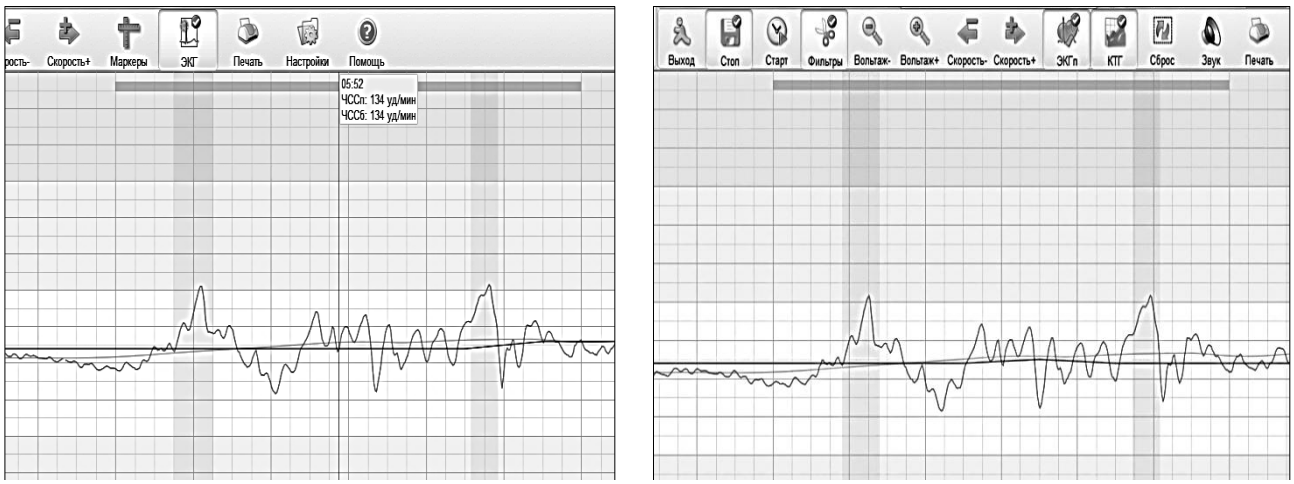
6) Застосування до залишковим багатоканальним сигналом (з віддаленої ЕКГМ) процедури аналізу незалежних компонент з використанням алгоритму RunICA.

7) Оцінювання поточного якості поділу і вибір каналу з компонентою ЕКГП.

8) Визначення поточної частоти серцевих скорочень плода (ЧССп) і матері (ЧССМ), а також параметрів акцелерацій і децелерацій ЧССп.

На наведеному нижче рісунку рис. 1 показані результати вимірювання поточної ЧССп і виявлення епізодів акцелерацій з використанням онлайн алгоритму (рис. 1 а), і алгоритму, що виконує аналіз збереженого сигналу після закінчення його запису (рис. 1 б).

Результати та висновки: Алгоритм виділення та аналізу ЕКГП в реальному масштабі часу (онлайн) реалізовано в програмі першої вітчизняної системи абдомінального моніторингу плода БебіКард.



а) б)

Рис. 1. Результати вимірювання ЧССп з використанням алгоритмів онлайн а) і офлайн б)

Використання онлайн обробки сигналу дозволяє оцінити рівень і характер серцевої діяльності плода безпосередньо під час запису, визначити необхідність її продовження (при відсутності виявлених акцелерацій ЧССп), або завершення (при високій варіабельності ЧССп). З рис. 1 а і 1 б видно практично повний збіг отриманий результатів, что говорити про працездатність алгоритму и хорошій якості віділення сигналу ЕКГП з его використанням.

Перелік посилань:

1. Hsu S. H., Mullen T., Jung T. P. Online recursive independent component analysis for real-time source separation of high-density EEG. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2014; 2014:3845-8. PMID: 25570830 - DOI: 10.1109/EMBC.2014.6944462.

2. Sheikh M., Marai M., Alhutaish R. Online Detection and Extraction of FECG Signals Using ICA: A Comparative Study. Journal of Engineering Research and Reports August 2020
DOI: 10.9734/jerr/2020/v15i217140.

УДК 004.621

СПЕЦИФІКАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ГОМОДИННОЇ ТОМОГРАФІЇ ДЛЯ САПР КВАНТОВОЇ МЕДТЕХНІКИ

Б. І. Яворський
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
E-mail: biotehnic0@gmail.com

This work is devoted to the refinement of modern developments in medical technology in the direction of modeling quantum states in quantum devices that use "noisy quantum intermediate scale" computing for processing of quantum signals.

Базовою ознакою життєдіяльності суспільства є розвиток медтехніки, відповідних інформаційних технологій (ІТ), та технологій штучного інтелекту (машинного мислення, AI – artificial intelligence). Сучасні ІТ та AI використовують ресурси обчислювальної техніки для їх побудови (синтезу та дизайну), створення класичної комп'ютерії (програмно-апаратних засобів). Проте, характерною рисою сучасної медтехніки є тенденція до використання квантових процесів в ІТ та AI. При цьому, прогностично ефективним повинен стати квантовий комп`ютеринг (QC- Quantum Computing). Інтегрувати класичне програмно-апаратне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) розроблення специфічного квантово- програмного та апаратного забезпечення для QC-дизайну має велику складність (в сенсі теорії складності). Для зменшення цієї складності важливою постає симуляція підготовки квантового стану кубіту (для кодування даних), створення умов для існування каналу передачі даних такого стану, його ідентифікації та вимірювання тощо класичним комп'ютером. Достатньо придатним для практичної реалізації симуляції квантових технологій постає світло (фотони), та метод його квантової томографії.

Подібність сигнатур різниць аналого-цифрового перетворення (АЦП) синусної функцій до сплющених (squeezed) квантових станів дала змогу до обґрунтування, оцінювання цього факту в рамках квантової механіки. (Відразу потрібно зауважити, що маємо справу не з специфічним, квантовим ефектом, а з результатом обчислення, який передбачає бути комп'ютерною моделлю, симуляцією цього ефекту). Отримані зображення виглядають як стани (амплітудні, фазові, квадратурні, сплющені вакуумні та вакуумні). Параметри моделі гомодинної томографії *in silico* ідентифіковано як параметри АЦП та синусної функції (аналог квантових чисел). Визначенням у якій мірі, з якою достовірністю виявлений ефект близький до квантових властивостей об'єкту як його комп'ютерна модель, засіб симуляції квантової томографії, модель гомодинної томографії встановлено, що АЦП синусних функцій поводиться як гармоніка світла. При використанні в САПР квантових ІТ в AI системах є змога програмної симуляції: 1. – підготовки стану квантової системи; 2. – модуляції квантовим кодом даних несучого променю світла; 3. – надіслати (зберегти) квантовий стан; 4. – виконати детектування кантового сигналу.

Представлено графічні сигнатури квантових станів. Досліджено квантову інтерпретацію отриманих результатів, означено та визначено квантові числа комп'ютерних моделей стану, що важливо для запровадження класичної комп'ютерної симуляції (результати заплановано опублікувати у подальших публікаціях).

Перелік посилань:

1. Dragan Ya. P., Sikora L. S. and Yavorskyy B. I. Computational modeling the noise ADC for the biotechnical control system of bioobjects' state. Proceedings. Automatics 2017: XXIV international conference on automated control, Kiev, Ukraine, September 13–15, 2017: Kiev. 2017. 84 p.

Секція 3

ДОКАЗОВА МЕДИЦИНА.
ІНФОРМАЦІЙНІ ДІАГНОСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ.
БІОЕТИКА В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СУСПІЛЬСТВІ.

UDC 004.023: 616-002.1

CORRELATION ANALYSIS BETWEEN MAIN FACTORS OF PROGRESSION OF DIABETIC NEPHROPATHY AND THE LEVEL OF PROINFLAMMATORY CYTOKINES

R. Alekseienko, Ye. Radzishevska, L. Rysovana, A. Matsko, H. Borodkina
Kharkiv National Medical University
E-mail: rluba_24@ukr.net

The role of proinflammatory cytokines (TNFα and IL-1α) in the progression of renal damage, the importance of determining the content of these cytokines in the blood to improve the diagnosis and prediction of diabetic nephropathy, the relationship between the main factors of DN progression and the level of proinflammatory cytokines.

To date, diabetic nephropathy (DN) develops in 28-40% of patients with type 1 diabetes mellitus (DM) and 15-20% of patients with type 2 diabetes mellitus, has a prolonged natural evolution, which leads to the irreversible development of proteinuria and renal failure [1].

Note that the pathogenesis of DN is one of the most common subjects of research in the medical field among researchers who study the causes, prognosis and complications of diabetes. The main reason for the development of DN is persistent hyperglycemia, which causes endothelial dysfunction, impaired local hemodynamics and the development of glomerular hyperfiltration [2].

Recently, there is a growing interest in the role of cytokines in the progression of DN, especially the so-called proinflammatory cytokines, which activate connective tissue metabolism, stimulate proliferation of fibroblasts, epithelial cells, mesangial matrix, and are included as mediators in each link immunoinflammatory processes. This indicates the need for research on the importance of pro-inflammatory cytokines in the development and course of DN, the possibility of correcting changes in the cytokine system, which should delay the development of kidney damage in diabetes, prolong the dialysis period of chronic renal failure.

The correlations between the main factors of DN progression and the level of proinflammatory cytokines interleukin-1α (IL-1α) and tumor necrosis factor (TNFα) in the blood were studied.

A detailed examination of patients revealed a direct strong correlation between IL-1α and glucosuria ($r=0.86$, $p<0.05$), which confirms the importance of glucose toxicity in the development of immunoinflammatory processes in the kidneys. A direct strong correlation between TNFα and glucosuria ($r=0.74$, $p<0.05$), a weak correlation between TNFα and CAT ($r=0.26$, $p<0.05$) and a moderate - between TNFα and DBP ($r=0.36$, $p<0.05$), direct strong correlation between TNFα and IL-1α ($r=0.78$, $p<0.05$), weak correlation between TNFα and duration of diabetes ($r=0.22$, $p<0.05$) and moderate - between TNFα and proteinuria ($r=0.54$, $p<0.05$).

This indicates that patients with DN develop a deep lesion of the protective mechanisms of cellular immunity due to prolonged exposure to hyperglycemia, oxidative stress, hemodynamic damage and metabolic disorders.

The decrease in the content of IL-1α in the blood of patients with DN with sufficient renal function is due to the prolonged effect of hyperglycemia on immunocytes and endothelial cells, which leads to the development of a cascade of pathological processes, resulting in depression of the immune system. One of the main sources of IL-1α is endothelial cells, which are also affected by diabetes. Endothelial cells are non-insulin dependent, in conditions of hyperglycemia glucose enters them without hindrance and causes a violation of their function. Endothelial dysfunction leads to a decrease in the production of IL-1α and its level in the blood.

The presence of correlations between the main factors of DN progression and the level of proinflammatory cytokines allows the use of blood levels of IL-1α and TNFα as markers of progression of diabetic nephropathy: increase in TNFα and decrease in IL-1α in the blood are criteria for unfavorable prognosis.

References:

1. Magee C., Grieve D.J., Watson C.J., Brazil D.P. Diabetic nephropathy: a tangled web to unweave // Cardiovasc Drugs Ther. 2017. №31(5–6). P.579–592.

2. Ruiz-Ortega M., Rodrigues-Diez R., Lavoz C. et al. Special Issue “Diabetic Nephropathy: Diagnosis, Prevention and Treatment” // J. Clinical Medicine. 2020. №9. P.813.

3. Andy K. Diabetic nephropathy – complications and treatment // International Journal of Nephrology and Renovascular Disease. 2014. №7. P.361–381.

UDC 576.385.7

FORMATION OF A POOL FREE-CIRCULATING NUCLEIC ACID: ORIGIN AND FUNCTION

O. O. Otchenashenko
Government Institution «L. T. Malaya Therapy National Institute
of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»
E-mail: Alenaotcenasenko23@gmail.com

In the last decade, one of the most important trends of modern science is the search of the biomarkers, which would have high sensitivity and specificity for diagnostics of diseases. The study of free-circulating nucleic acids in plasma and serum of patients represents a promising direction of modern molecular diagnostics.

The development of methods of genetic research has made it possible to bring the analysis of extracellular nucleic acids to a new level. However, many aspects associated with the biogenesis of free-circulating nucleic acids, as well as their role in the mechanism of the development of pathological conditions, are still not clear.

The aim of this work was to provide data on the mechanisms of origin and biological properties of free-circulating nucleic acids.

Scientific sources were searched for by searching several electronic bibliographic databases, including PubMed, EMBASE, the Cochrane Library. The literature search algorithm was based on the use of MeSH terms: «cell-free nucleic acids», «circulating cell-free nucleic acid», «cell-free DNA», «cfDNA», «cirDNA», «cell-free RNA», «cfRNA».

The term «free-circulating nucleic acids» encompasses various types of extracellular nucleic acids, namely genomic DNA (gDNA), mitochondrial DNA (mtDNA), messenger RNA (mRNA), and microRNA (miRNA). Extracellular nucleic acids are contained not only in human plasma or serum, but also in cerebrospinal fluid, ascites fluid, milk, lymph, prostatic and peritoneal fluids, urine, sputum, gastric juice, bile and feces.

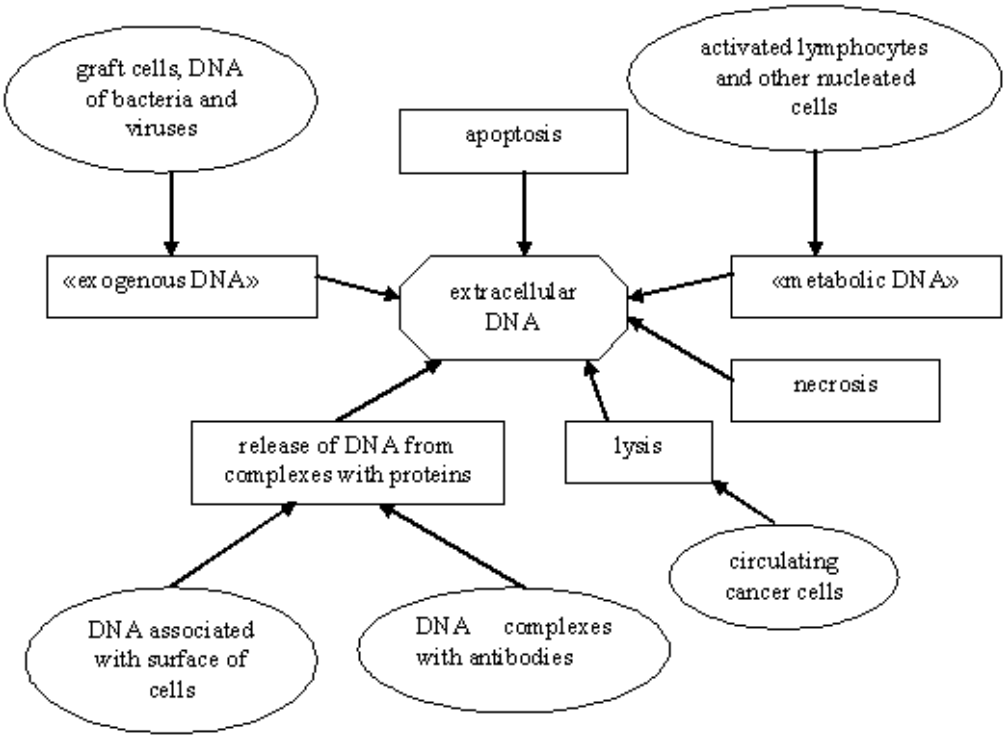


Fig. 1. Different ways in which nucleic acids enter the circulation

It is believed that the sources of extracellular nucleic acids (Fig. 1) are the processes of cell death in the process of apoptosis, necrosis and netosis, maturation of erythrocytes, DNA secretion by cells, as well as bacteria and viruses. We note right away that the last source, the DNA of bacteria and viruses, make a very insignificant contribution to the total pool of circulating nucleic acids.

The cfDNA is highly fragmented molecule to the size of 166 bp, and there are other peaks observable on the electropherograms at around 300 bp and 450 bp size. Duque-Afonso et al [1] found that majority of cfDNA fragments range between 80 and 200 bp. Free DNA fragments are naked sequences that are not bound to any other molecules or surface. During cell death, genomic DNA is cleaved and released into circulation, but only DNA that is associated with proteins can resist cleavage by DNase while free DNA fragments are cleaved until completely lost in body fluids.

Most of the reviews about cfNAs deal only with DNAs, only few with RNAs (microRNA (miRNA), non-coding RNA (ncRNA)) or discuss it only from the aspect of a single disease or one type of cfNA. In contrast, there are numerous cell-free nucleic acid molecules participating in different physiological processes without knowing their exact physiological role yet.

CfDNAs are already in the clinical practice as non-invasive prenatal testing. Diagnosis of monogenic disorders and prediction of congenital heart diseases, preeclampsia, intrauterine growth retardation and gestational diabetes using microRNAs or other non-coding RNAs are already in research phase and they could serve in the clinical practice soon. Cardiovascular diseases are the main cause of mortality and morbidity worldwide. The cfNA-based diagnostic methods give new avenue in their clinical use. There is an intensive research on this area, but large population-based studies are missing. Further new clinical application and expansion in this area will likely be developed.

The data available in the literature allow us to conclude that extracellular nucleic acids are an extremely valuable object of molecular genetic analysis. The results of such an analysis provide information on specific pathological processes in the patient's body, and data on molecular changes occurring in the cells of the human body can become the basis for the development of new diagnostic and prognostic markers.

References:

1. Duque-Afonso J., Waterhouse M., Pfeifer D., et al. Cell-free DNA characteristics and chimerism analysis in patients after allogeneic celltransplantation. Clin Biochem. 2018. Vol. 52. - P. 137-141.

2. Hu Z., Chen H., Long Y., et al. The main sources of circulating cell-free DNA: Apoptosis, necrosis and active secretion. Critical Reviews in Oncology/Hematology. 2020. Vol. 157. - P. 31-66.

3. Keller L., Belloum Y., Wikman H. Clinical relevance of blood-based ctDNA analysis: mutation detection and beyond. British Journal of Cancer. 2020. Vol. 124. - P. 345-358.

4. Szilagyi M., Pös O., Marton E.,et al. Circulating Cell-Free Nucleic Acids: Main Characteristics and Clinical Application. International Journal of Molecular Sciences. 2020. Vol. 21. - P. 6827-6847.

УДК: 616-002.1

ВИВЧЕННЯ РОЛІ ПРОЗАПАЛЬНИХ ЦИТОКІНІВ У ПРОГРЕСУВАННІ ДІАБЕТИЧНОЇ НЕФРОПАТІЇ

Р. В. Алексеєнко, Н. О. Гордієнко, С. С. Гранкіна, Г. М. Бородкіна, Л. М. Рисована
Харьківський національний медичний університет
E-mail: rluba_24@ukr.net

The article is devoted to the study of the influence of anti-inflammatory cytokines in the progression of diabetic nephropathy in patients with mellitus diabetes. The results of the conducted researches on studying of changes of level of proinflammatory cytokines in blood are presented. The study of cytokines in diabetic nephropathy may be useful for deepening knowledge of the mechanisms of pathogenesis, developing criteria for its progression and prognosis, as well as for developing new approaches to the treatment of this dangerous complication of mellitus diabetes.

Діабетична нефропатія (ДН) залишається однією з актуальних проблем сучасної нефрології, ендокринології, не дивлячись на велику кількість досліджень, присвячених патогенезу, механізмам прогресування, діагностиці та лікуванню цього ускладнення цукрового діабету (ЦД), яке відрізняється

швидким прогресуванням і закінчується розвитком гломерулосклерозу, нирковою недостатністю [1, 2]. У промислово розвинутих країнах частота ЦД становить в середньому 6-9 % від загальної кількості населення. Підтримка стійкої компенсації ЦД удається завдяки інтенсивній інсулінотерапії. Розвивається ДН, як правило, через 10-15 років після початку ЦД й надто швидко призводить до розвитку хронічної ниркової недостатності (ХНН) [1,3].

На сьогоднішній день відомо, що пусковим чинником складного патогенезу ДН є тривала гіперглікемія, яка токсично впливає на ендотелій капілярів, базальну мембрану клубочків, сприяє розвитку гіперфільтрації та внутрішньоклубочкової гіпертензії, що призводить до прогресуючої протеїнурії та ХНН [4].

У прогресуванні ДН велике значення надається імунним чинникам, зокрема, системі цитокінів, яка є універсальною поліморфною регуляторною мережею медіаторів, що контролюють процеси проліферації та диференціації клітинних елементів в кровотворній, імунній та інших гомеостатичних системах [2].

З метою оптимізації діагностики та лікування ДН вивчалася роль прозапальних цитокінів (ІЛ-1α та ФНПα) при ДН на різних ступенях функціонального стану нирок.

Обстежених пацієнтів нефрологічного відділення, у яких було діагностовано ЦД типу 1 або типу 2 й ускладнений ДН, в залежності від функціонального стану нирок було поділено на чотири групи: I група (28 осіб) – функція нирок визначена задовільною, II група (29 особи) – ХНН I ст., III група (26 осіб) – ХНН II ст., IV група (31 осіб) – ХНН III ст.

Виразність змін при ЦД типу 2 є більшою, ніж при ЦД типу 1. Це пов'язується з ішемічним ураженням нирок, внаслідок артеріосклерозу ниркових судин [4, 5]. Саме ішемія нирок у хворих на цукровий діабет типу 2 призводить до зморщування нирок, що відрізняє "термінальну" нирку хворого на ЦД типу 2 від "термінальної" нирки нормальних розмірів при ЦД типу 1.

Розвиток процесів склерозування ниркової тканини відбувається безпосередньо під впливом цитокінового каскаду і перш за все, ФНПα. При хронічному імунному запаленні ниркові клубочки інфільтруються моноцитами, які проникають до мезангію у вигляді активованих макрофагів, контактують з мезангіальними клітинами і позаклітинними матриксом.

Під впливом ФНПα мезангіальні клітини клубочків продукують велику кількість реактивних кисневих радікалів, супероксиду, розвивається оксидантний стрес, який підтримує хронічне запалення.

Було проведено дослідження вмісту ФНПα в крові хворих на ДН. Проведені дослідження показали, що рівень вмісту ФНПα в крові хворих на ДН значно підвищується у хворих з нормальною функцією нирок (контрольна група). Найвищого рівня ФНПα досягає у хворих з ХНН II ступеня, що свідчить про роль цього цитокіна у розвитку склерозуючих процесів у нирках.

Отримано докази продукції ФНПα кардіоміоцитами у відповідь на перевантаження артеріальним тиском, об'ємом крові та впливом β-адренергічної активності на міокардіальну продукцію цього цитокіну.

У хворих на ДН з ХНН виявлено зниження вмісту ІЛ-1α у крові. Цей показник у всіх обстежених хворих в середньому був достовірно нижчим за рівень вмісту ІЛ-1α у крові в контрольній групі.

Тривале підтримання у крові пацієнтів ДН з ХНН I-II ІЛ-1α на відносно високому рівні призводить до порушення гемодинамічних показників, підвищенню внутрішньосудинного згортання крові, що поглиблює картину уражень в тканині нирок.

Зменшення вмісту ІЛ-1α у крові при ХНН з одного боку зменшує активність гострої фази запалення у нирках, а з другого – сприяє активності склерозуючих процесів, потенціює дію ФНПα, що супроводжується посиленою експресією тканинних прокоагулянтних факторів.

Таким чином, результати наших досліджень свідчать про те, що прозапальні цитокіни відіграють важливу роль у прогресуванні ДН, сприяють розвитку склерозуючих процесів у нирках.

Показники рівнів ІЛ-1α та ФНПα можна використовувати в якості маркерів прогресування перебігу і критеріїв прогнозу подальшого розвитку діабетичної нефропатії.

Перелік посилань:

1. Rehman K, Akash M. Mechanism of generation of oxidative stress and pathophysiology of type 2 diabetes mellitus: how are they interlinked? // J Cell Biochem. 2017; №118, P.3577–3585.

2. Andy K. Diabetic nephropathy – complications and treatment // International Journal of Nephrology and Renovascular Disease. 2014. №7. P.361–381.

3. Ruiz-Ortega M., Rodrigues-Diez R., Lavoz C. et al. Special Issue "Diabetic Nephropathy: Diagnosis, Prevention and Treatment" // J. Clinical Medicine. 2020. №9. P.813. doi:10.3390/jcm9030813

4. Oguntibeju O.O. Type 2 diabetes mellitus, oxidative stress and inflammation: examining the links // J Physiology, Pathophysiology, Pharmacology. 2019. №11(3). P.45–63.

5. Magee C., Grieve D.J., Watson C.J., Brazil D.P. Diabetic nephropathy: a tangled web to unweave // Cardiovasc Drugs Ther. 2017. №31(5–6). P.579–592.

УДК: 616.211/.22-056.43-07

ПРОФІЛЬ СЕНСІБІЛІЗАЦІЇ У ХВОРИХ З РЕСПІРАТОРНОЮ АЛЕРГІЄЮ

Т. В. Бездітко, Г. В. Єрьоменко, К. А. Остапенко

Харківський національний медичний університет, кафедра пропедевтики внутрішньої медицини № 2 та медсестринства

Molecular diagnostics (MD) help to identify trigger molecules of allergy development for the characteristics of the sensitization profile of a particular patient. The sensitization profile in patients with asthma and allergic rhinitis has been studied. Were examined 65 patients with respiratory allergy with MD. The study of molecular profile of sensitization to the clinical stage makes it possible to compile personalized programs to prevent the progression of the allergic process.

Актуальність. З розвитком молекулярної діагностики (МД) з'явилася унікальна можливість виявлення тригерних молекули розвитку алергії для характеристики профілю сенсибілізації конкретного пацієнта [1,4].

Мета дослідження: вивчити профіль сенсибілізації у хворих на бронхіальну астму (БА) та алергічний риніт (АР).

Матеріали та методи. Обстежено 65 пацієнтів з респіраторною алергією (31 чоловік і 34жінки), середній вік склав 28,3±2,11року. Проведено аналіз нозологій по загальній групі: алергічний риніт (35 пацієнтів), БА та АР (30 пацієнтів). Для виявлення видоспецифічності компонентів алергенів використовували метод багатокомпонентного аналізу ALEX. ALEX-тест - це нове покоління сучасних тестів in vitro діагностики алергічних реакцій 1 типу, який можна проводити в гострий період захворювання. Дозволяє одночасно визначити 297 показника: tIgE + 135 молекули +162 екстрактів, що забезпечує повне уявлення про сенсибілізації пацієнта. Простота візуалізації результатів і швидкість виконання дозволяють приймати точні рішення про алерген специфічну терапію, дієті і елімінації; на результат не впливає лікування, яке приймає пацієнт. Даний метод є єдиною системою з інтегрованою здатністю блокіровки антитіл CCD, які знаходяться на алергенах та здатні індукувати продукцію IgE і є дуже схожими у зовсім різних алергенів [2,3]. Статистичний аналіз проводився за допомогою програм Microsoft Excel та Statistica.

Результати. Максимальне число алергенів профілю сенсибілізації було 34 алергени у одного пацієнта. Моно-сенсибілізація до одного пилкових компоненту виявлена у 16,5% хворих; до двох алергенів - у 45,7%, до трьох - у 52,3%. Позитивні значення до 5-10 компонентів виявилися у 32% хворих. Понад 24% пацієнтів позитивно реагували на 11-17 компонентів. Молекулярна діагностика алергії доцільна як для ідентифікації справжньої сенсибілізації, так і для правильного вибору алерген специфічної терапії і прогнозу її ефективності. Визначення перехресних реакцій до алергенів того ж сімейства білків зумовлює запуск розвитку сенсибілізації до додаткового джерела.

Висновки. Вивчення молекулярного профілю сенсибілізації на до клінічній стадії дає можливість складання персоніфікованих програм для профілактики прогресування алергічного процесу

Перелік посилань:

1. Cantillo J.F., Puerta L., Lafosse-Marin S., et al. Allergens involved in the cross-reactivity of Aedes aegypti with other arthropods. Ann Allergy Asthma Immunol. 2017 Jun; 118(6):710–718.

2. Canonica G.W., Bachert C., Hellings P., et al. Allergen immunotherapy (AIT): a prototype of precision medicine World Allergy Organ J, 2015. 8, p. 31.

3. Roberts G., Pfaar O., Akdis C.A., et al. EAACI guidelines on allergen immunotherapy: allergic rhinoconjunctivitis. *Allergy*, 2018. 73, pp. 765-798.

4. Microarray immunodiagnostics for aeroallergens. *Curr Allergy Asthma Rep,* 19 (2019), p. 10.

УДК 004.932.2

ПІДХІД ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ БАГАТОШАРОВОГО ПЛОСКОГО ЕПІТЕЛІЮ НА ЗОБРАЖЕННЯХ МІКРОСКОПІЇ ГІСТОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Т. О. Білобородова[1], І. С. Скарга-Бандурова[1], Я. О. Критська[2], С. О. Ломакін[2],
О. Л. Прищепа[3], Т. О. Мякушко[3]
[1]Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова
[2]Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
[3]Комунальна установа «Сєвєродонецька міська багатопрофільна лікарня»
E-mail: beloborodova.t@gmail.com

An approach to identification of stratified squamous epithelium in image of hystological microscopy was presented. Stratified squamous epithelium is a region of interest in differential diagnostic of cervical intraepithelial neoplasia. The proposed approach includes removing of image background, shaping of tangent lines, bounding box shaping and extraction. The study shows that the proposed approach can produce reliable identification and extraction of stratified squamous epithelium from images of hystological microscopy.

Рак шийки матки 25% усіх випадків онкологічних захворювань у жінок. За оцінкою ВОЗ [1], у всьому світі щорічно приблизно у 570000 жінок був діагностований рак шийки матки, і близько 311000 жінок вмирають від цього захворювання. Всі діагностичні методи і методики обстеження шийки матки направлені на ранню і диференціальну діагностику саме цього захворювання та його облігатного передраку. Цервікальна інтраепітеліальна неоплазія (Cervical intraepithelial neoplasia – CIN) передує інвазивному раку шийки матки та його виявленню та її лікування може запобігти прогресуванню до раку шийки матки. Цервікальна інтраепітеліальна неоплазія має три ступеня тяжкості: CIN I має високу ймовірність регресії, а CIN II-III – вважаються передраковими ураженнями. Ці стани передують раку шийки матки протягом декількох років і навіть десятиліть. За такий тривалий період CIN можуть бути виявлені і вилікувані до розвитку раку.

Одним з методів дослідження є отримання біопсії шийки матки для її наступного гістологічного дослідження з наміром диференціювати ступінь тяжкості CIN. Гістологічні дослідження цервікальної інтраепітеліальної неоплазії вимагають великої інтерпретації людиною, що ускладнює узгодженість і обумовлює необхідність додаткового висновку. За даними [2] варіативність рекомендацій по діагнозу і лікуванню серед патогістологів та між ними становить від 1 до 43 відсотків. Крім того, часто, пацієнти чекають кілька днів або тижнів, щоб отримати висновок патогістолога після біопсії або оперативного втручання. Затримка і варіативність діагностики захворювань можуть вплинути на дослідження, які служать орієнтиром для фундаментальної науки та прийняття клінічних рішень.

З точки зору патогістології, цервікальна інтраепітеліальна неоплазія є порушенням проліферації і диференціювання малодиференційованих вихідних клітин з розвитком клітинної та ядерної атипії (клітинний поліморфізм, збільшення розмірів і зміна форми ядер, їх гіперхромія тощо) та порушенням гістоархітектонікі. Однак ці зміни не поширюються за межі базальної мембрани. Отже, областю інтересів що є діагностично значимою для постановки діагнозу при патогістологічному дослідженні мікроскопії шийки матки, є не все зображення, а лише його частина, що містить багатошаровий плаский епітелій шийки матки. Особливістю роботи з такими структурами є те, що виділення діагностичної ділянки не є проблемою для людини, але представляє певні труднощі для алгоритмів класифікації. Водночас, така технологія розпізнавання зображень може значно покращити прийняття рішень при патогістологічному діагностуванні цервікальної інтраепітеліальної неоплазії і навіть мати ключове значення для ранньої діагностики передракових станів та попередженню розвитку раку шийки матки. Першим кроком на шляху до створення автоматичних систем розпізнавання й підтримки рішень при дослідженні зображень мікроскопії гістологічних препаратів є виділення області інтересів, тобто виділення багатошарового плоского епітелію на зображенні гістологічної мікроскопії шийки матки.

В доповіді представлено підхід ідентифікації багатошарового плоского епітелію на зображеннях мікроскопії гістологічних препаратів шийки матки та обговорюються особливості його використання. Пропонований підхід складається з трьох основних етапів: видалення фону з зображень мікроскопії гістологічних, формування дотичних прямих [3], формування та вилучення обмежувальних коробок. Сформовані обмежувальні коробки з урахуванням відсотку масштабування переносяться на вихідне зображення з високою розподільною здатністю та реалізується вилучення обмежувальних коробок з урахуванням зворотного масштабування.

Експеримент по ідентифікації багатошарового плоского епітелію з зображень мікроскопії шийки матки проведено з використанням зображень гістологічних препаратів, виготовлених методами заморожування та парафінової проводки, забарвлені методом фарбування гематоксилін-еозином. Товщина зрізів та ступінь забарвлення варіюються.

Програмна реалізації проведена з використанням мови програмування Python [4] та бібліотеки OpenCV [5]. На рис. 1 представлено вихідне досліджуване зображення мікроскопії шийки матки та сформовані обмежувальні коробки у вигляді фрагментів області інтересів, що відповідає багатошаровому плоскому епітелію.

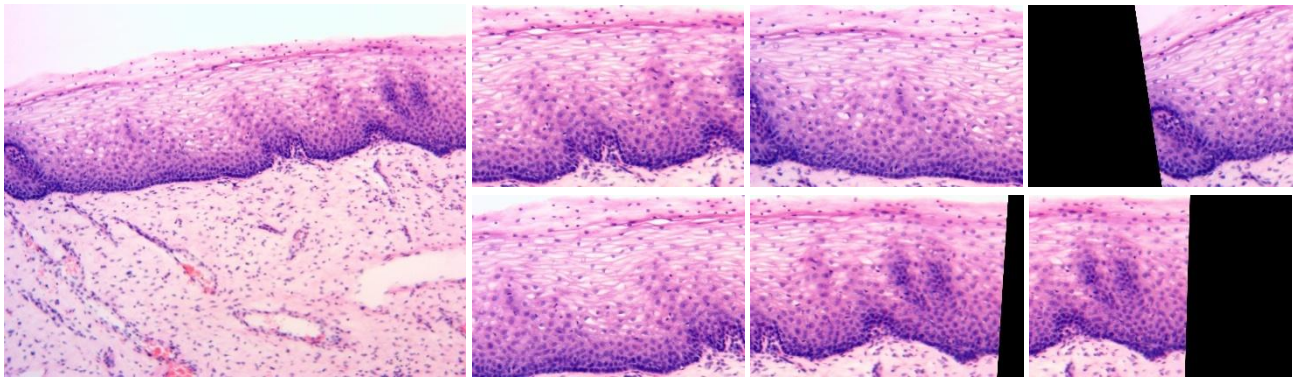


Рис.1. Початкове зображення та отримані фрагменти багатошарового плоского епітелію

Варто відзначити, що дана робота є першим кроком до створення системи автоматичної класифікації зображень і диференціювання ступеня тяжкості CIN. Пропонований підхід пройшов успішну апробіцію і включено до пакету прикладних програм розроблювальної системи.

Перелік посилань:

1. Cervical cancer. Who.int. URL : https://www.who.int/health-topics/cervical-cancer#tab= tab_1 (дата звернення 28.09.2021).

2. Gokulakrishnan Srinivasan Vibrational Spectroscopic Imaging for Biomedical Applications. The McGraw-Hill Companies, Inc. – 2010. URL: https://www.accessengineeringlibrary.com /content/book/9780071596992 (дата звернення 28.09.2021).

3. Simanca S. R., Sutherland S. Mathematical problem solving with computers //The University at Stony Brook. – 2002.

4. Python.org. URL : https://www.python.org/ (дата звернення 28.09.2021).

5. Opencv.org. URL : https://opencv.org/ (дата звернення 28.09.2021).

УДК 616-006.6+519.2

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРИ ВИБОРІ ТАКТИКИ ЛІКУВАННЯ РАБДОМІОСАРКОМ У ДІТЕЙ

Ю. Р. Вальтер, О. К. Білошицька
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: valter.julia@lll.kpi.ua

This article describes the possibility of using predictive methods to improve the quality of treatment plans and reduce the consumption of chemotherapy drugs in children.

Рабдоміосаркома (RMS) – це найпоширеніша форма саркоми м'яких тканин у дітей та молодих людей, на яку припадає приблизно 4-5% усіх злоякісних новоутворень у дитячому віці із щорічною захворюваністю 5,3 на мільйон дітей віком до 15 років [1].

Одне з основних завдань хіміотерапії при лікуванні рабдоміосарком різної етіології у дітей – це зменшення розмірів пухлини для можливості її видалення або більш ефективного проведення променевої терапії для одужання та входження в ремісію. Зараз досить складно передбачити як саме

реагуватиме пухлина на різні комбінації хіміопрепаратів. Тому слід розглянути варіанти як можна точно передбачити як поведеться пухлина, а саме як змінитися її об’єм залежно від схеми лікування та кількості курсів хіміотерапії. [2]

Залежно від гістологічного прояву розрізняють дві основні форми RMS: ембріональну (частку якої припадає приблизно 80% всіх RMS) і альвеолярні підтипи (15-20% RMS) [1]. При лікуванні дітей з RMS необхідний комплексний підхід, що включає хірургічне втручання, хіміотерапію та променеву терапію. Оптимальні терміни та інтенсивність цих трьох методів лікування мають бути сплановані з урахуванням прогностичних факторів та з урахуванням пізніх ефектів лікування. [2]

Основне завдання запропонованого способу проведення дослідження полягає в тому, щоб спрогнозувати зменшення об’єму пухлини у відсотковому або числовому еквіваленті в залежності від препаратів та кількості блоків (курсів хіміотерапії). Завдяки розробленим методам стане зрозуміліший план лікування та його тривалість, а також для зменшення курсів хіміотерапії.

Основними даними в дослідженнях були: вік пацієнта на момент лікування, діагноз та ступінь захворювання, схема хіміотерапії, кількість отриманих курсів, об’єм пухлини до та після лікування, їхні співвідношення, наявність метастаз. Виходячи з цього, можна сказати, що дослідження спрямоване на те, щоб визначити наявність стабільнішої залежності об’єму пухлини рабдоміосаркоми від комбінації препаратів з урахуванням її етіологічної приналежності. На основі цих даних проведено дослідження за допомогою програмного забезпечення IBM SPSS Statistics, виявлено стабільну залежність між показниками та показано можливість прогнозування вибору тактики лікування на основі прогностичних моделей.

Результати дослідження можуть бути використані для створення допоміжного додатку для хіміотерапевтів, для складання більш точного плану лікування з більш точними прогнозами або для виявлення нових більш дієвих комбінацій хіміопрепаратів для їх попередніх неклінічних апробацій.

Перелік посилань:

1. The European paediatric Soft tissue Sarcoma Study Group. Protocol for non metastatic rhabdomyosarcoma / The European paediatric Soft tissue Sarcoma Study Group., 2015. 170 с.

2. Саркоми м’яких тканин: діагностика та лікуванн / В.В. Остафійчук, С.І. Коровін, А.Ю. Палівець та ін.]. 2017. С. 21–25.

УДК 174+004

РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЕТИКИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ БІОМЕДИЧНОГО ІНЖЕНЕРА

О. В. Висоцька
Національний аерокосмічний університет ім.. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
61070, м.Харків, вул. Чкалова 17
E-mail: o.vysotska@khai.edu

The paper shows the role of computer ethics in the professional activity of a biomedical engineer. It has been demonstrated that the use of the principles of computer ethics will allow a biomedical engineer to more successfully solve the assigned tasks and will help shape the healthcare computing environment of tomorrow.

Мета професійної освіти полягає не тільки в тому, щоб навчити людину щось робити, придбати професійну кваліфікацію, а й в тому, щоб дати їй можливість справлятися з різними життєвими і професійними ситуаціями.

Фахівець в галузі біомедичної інженерії повинен бути не тільки компетентним у своїй професійній діяльності, самостійно вирішувати складні професійні завдання, але й мати високий рівень громадянської відповідальності, грунтуватися на біоетичних цінностях. А з урахуванням активної інформатизації українського охорони здоров'я, коли при взаємодії з медичними інформаційними системами, оцифровані клінічні рекомендації супроводжують підтримку прийняття лікарями рішень по всьому циклу надання медичної допомоги -

профілактики, діагностики, лікування, реабілітації, динамічного спостереження, керуватися і основними принципами комп'ютерної етики, яка включає розгляд як особистої, так і соціальної політики етичного використання комп'ютерних технологій.

При вивченні цієї теми необхідно приділити особливу увагу студентів на проблеми, що пов'язані з: принципом вільного поширення і несанкціонованого доступу до інформації в Інтернеті, несанкціонованого використання інформаційних ресурсів, несанкціонованого обміну інформацією, несанкціонованої модифікації даних і програм; впровадженням комп'ютерних вірусів; поширенням їх і інших шкідливих програм; порушенням технологій обробки інформації, компрометацією інформації; захистом авторського права на програмне забезпечення; помилковим використанням ресурсів; витоком конфіденційних даних; перехопленням інформації в технічних каналах; відмовою від інформації, відмовою від обслуговування (відсутністю у користувача даних, які необхідні для прийняття рішення, протягом періоду, коли це рішення ще може бути ефективно реалізовано); невідповідністю ліцензійним вимогам (програмне забезпечення використовується способом, що порушує умови ліцензійної угоди).

Невидимі зловживання – ще одна проблема, що пов'язана з комп'ютерними технологіями (наприклад, спостереження на основі даних, а не зображень).

Навчання комп'ютерній етиці має включати пояснення можливості руйнівного потенціалу навіть одного користувача, а також інформаційної безпеки та пов'язаних з нею проблем.

Розуміння важливості комп'ютерної етики в професійній діяльності дозволить біомедичним інженерам більш успішно вирішувати поставлені завдання і допоможе сформувати комп'ютерну середу охорони здоров'я завтрашнього дня.

УДК 004.932.2

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗМІН ГОМЕОСТАЗУ ЛЮДИНИ ПРИ СПОЖИВАННІ ПРИРОДНИХ ВОД

Н. В. Глухова [1], Л. А. Пісоцька [2]
[1] Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
[2]ДЗ «Дніпровський державний медичний університет»
E-mail: lpesotskaya23@gmail.com

The article proposes an information technology for analyzing images of gas-discharge radiation. It allows to quantify the informative features of images that are associated with changes in homeostasis.

Якість питної води – один з ключових факторів здоров’я людини. У зв’язку з постійним підвищенням техногенного навантаження на природні ресурси зростає важливість приділення особливої уваги якості питної води та її впливу на організм [1]. На сьогоднішній день існує великий спектр природних мінеральних лікувально-столових, а також лікувальних вод. Оскільки вони мають різний ефект на організм, то для їх ідентифікації необхідна комплексна оцінка властивостей, зокрема щодо хімічного складу, а також присутності певних специфічних компонентів. Завдання ускладнюється також тим фактом, що в різних країнах стандарти на якість води можуть не збігатися. Крім зазначених факторів, конкретний ефект (позитивний або негативний) залежить від особливостей самого організму людини.

В ході досліджень впливу на організм людини питної мінеральної води було оцінено зміни гомеостазу на базі застосування методу газорозрядного випромінювання [2, 3]. Вплив від споживання різних видів природної питної води добровольцями контролювався шляхом реєстрації газорозрядного випромінювання на рентгенівській плівці. Реєстрація газорозрядного випромінювання здійснювалася до та після споживання 100 мл відповідного типу води (в експерименті використано два типи води №1, 2).

Для аналізу отриманих зображень застосовано інформаційну технологію, яка включала алгоритми та програмне забезпечення для виділення меж випромінювання окремих пальців; визначення центру зображення; побудови профілів яскравості зображень; розподіл профілів на сектори; розрахунок ширини корони, мінімальної і максимальної яскравості у секторі.

Параметризація зображень з метою виявлення їх інформативних ознак, пов'язаних з адаптаційними реакціями організму, виконувалась, спираючись на базову методику секторної діагностики [2, 3]. При цьому для спостереження саме змін гомеостазу було обрано 2-4 пальці, оскільки формування газорозрядної картини навколо них поставлено у відповідність до основних органів та регуляторних систем, які відповідають за фізіологічні реакції на внутрішній та зовнішній вплив.

У результаті було виявлено, що після споживання обох зразків природних вод в цілому в групі спостерігалося зниження ознак інтоксикації організму. Згідно з секторною діагностикою була встановлена наявність активації вегетативної регуляції та функції товстої кишки. Також в результаті експериментальних досліджень встановили більший вплив зразка питної води №1, який проявився в позитивному впливі на функціональну активність органів сечовидільної системи.

Перелік посилань:

1. Li P., Wu J. Drinking Water Quality and Public Health. *Exposure and Health.* 2019. N. 11(4). PP.1-7. DOI:10.1007/s12403-019-00299-8.

2. Treugut H., Görner C., Lüdtke R., Mandel P. Kirlian-Fotografie: Reliabilität der energetischen Terminalpunktdiagnose (ETD) nach Mandel bei gesunden Probanden. *Complementary Medicine Research*. 1997. Vol.4, N 4. PP.32-45.

3. Пісоцька Л. А., Шпонька І. С., Мінцер О. П., Глухова Н. В., Короленко Г. П. Спосіб автоматизованого визначення типу газорозрядного світіння пальців рук людини. Пат. на корисну модель №145360 Україна. Заявлено 10/04/2020; опубл. 10/12/2020, Бюл. №23, 4 с.

УДК 004.9: 347.151

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ МЕДИЧНИХ РІШЕНЬ З ВРАХУВАННЯМ ПРАВОВИХ ПІДСТАВ

Є. Г. Гнатчук, Т. О. Говорущенко
Хмельницький національний університет
E-mail: tat_yana@ukr.net

Currently, an actual problem for Ukraine is the design and implementation of intelligent information technology to support medical decision-making, taking into account the legal basis, which is the purpose of this study. The proposed intelligent information technology provides support for decision-making on the possibility of using reproductive technologies, on the possibility of donation and transplantation, on the possibility of concluding contracts for therapeutic services, contracts for dental services and general contracts for medical services.

Вступ. Наразі процеси прийняття рішень у сфері медичних послуг є трудомісткими, складними та не прозорими [1]. Укладення договору про надання медичних послуг, зокрема, перевірка наявності у договорі всіх істотних умов, набуває все більшого значення – з метою убезпечення як лікаря, який надає послугу, так і пацієнта, який послугу отримує, оскільки відсутність істотних умов в договорі призводить до серйозних проблем та юридичних коллізій. Продуктивність праці медичних працівників значно підвищується завдяки успішному впровадженню та використанню систем підтримки прийняття рішень (СППР) та інформаційних технологій (ІТ) [2]. Інтелектуальні або інтелектуалізовані системи та технології полегшують прийняття медичних рішень та є перспективними інструментами в епоху «доказової» медицини [3].

Отже, проектування та реалізація інтелектуальної інформаційної технології (як сукупності процесів, що використовує методи та засоби накопичення, обробки і передачі первинної інформації для отримання інформації нової якості (інформаційного продукту)) підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав наразі є актуальною проблемою для України.

Основна частина. На основі моделювання руху інформаційних потоків в процесі прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав та дослідження інформаційних потоків в процесі оцінювання інформації, доступної для прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав, проведених авторами у [4], а також, враховуючи теоретичні засади інформаційної технології у

вигляді методів підтримки прийняття рішень, представлених у [4], розроблено структурну схему інтелектуальної інформаційної технології для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав, яка представлена на рис. 1.

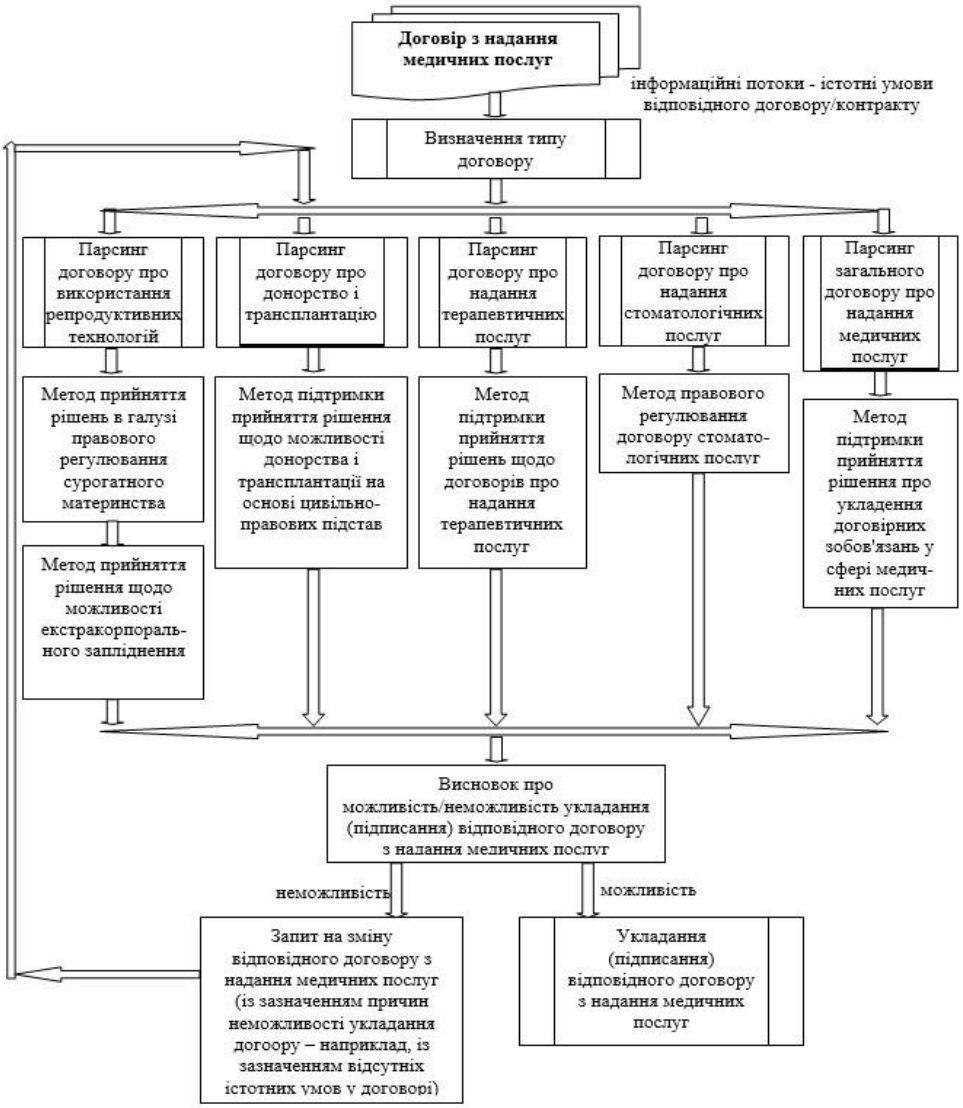


Рис. 1. Інтелектуальна інформаційна технологія для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав

Інтелектуальна інформаційна технологія для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав надає підтримку прийняття рішень щодо можливості використання репродуктивних технологій (щодо можливості сурогатного материнства та/або екстракорпорального запліднення), щодо можливості донорства і трансплантації, щодо можливості укладання договорів про надання терапевтичних послуг, договорів про надання стоматологічних послуг та загальних договорів про надання медичних послуг. Крім цього, інтелектуальна інформаційна технологія для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав автоматизує семантичний розбір (парсинг) договорів та формування висновків щодо можливості чи неможливості укладання відповідного договору, а також надає запит із зазначенням причин неможливості укладання договору (наприклад, із зазначенням відсутніх істотних умов у договорі), якщо було сформовано висновок про неможливість укладання такого договору.

З рисунку 1 видно, що основу пропонованої інтелектуальної інформаційної технології для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав складають:

1. Парсинг відповідного договору з надання медичних послуг (наприклад, з використанням інтелектуального агента парсингу природомовних документів, розробленого у [5]).

2. Метод прийняття рішень в галузі правового регулювання сурогатного материнства [4].
3. Метод прийняття рішення щодо можливості укладання договору про надання екстракорпорального запліднення на основі цивільно-правового регулювання [4].
4. Метод підтримки прийняття рішення щодо можливості донорства і трансплантації на основі цивільно-правових підстав [4].
5. Метод підтримки прийняття рішень щодо цивільно-правового регулювання договорів про надання терапевтичних послуг [4].
6. Метод правового регулювання договору стоматологічних послуг [4].
7. Метод підтримки прийняття рішення про укладення договірних зобов'язань у сфері медичних послуг [4].

Очевидно, що головна мета розробленої інтелектуальної інформаційної технології для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав – автоматизація (з метою мінімізації впливу людського фактору та з метою спрощення виконання) парсингу договорів та формування висновків щодо можливості чи неможливості укладання договорів щодо можливості використання репродуктивних технологій (щодо можливості сурогатного материнства та/або екстракорпорального запліднення), щодо можливості донорства і трансплантації, про надання терапевтичних послуг, договорів про надання стоматологічних послуг та загальних договорів про надання медичних послуг.

Висновки. Інтелектуальна інформаційна технологія для підтримки прийняття медичних рішень з врахуванням правових підстав надає підтримку прийняття рішень щодо можливості використання репродуктивних технологій (щодо можливості сурогатного материнства та/або екстракорпорального запліднення), щодо можливості донорства і трансплантації, щодо можливості укладання договорів про надання терапевтичних послуг, договорів про надання стоматологічних послуг та загальних договорів про надання медичних послуг. Крім цього, інформаційна технологія автоматизує семантичний розбір (парсинг) договорів та формування висновків щодо можливості чи неможливості укладання відповідного договору, а також надає запит із зазначенням причин неможливості укладання договору (наприклад, із зазначенням відсутніх істотних умов у договорі), якщо було сформовано висновок про неможливість укладання такого договору.

Перелік посилань:

1. Adams C., Allen J., Flack F. Data custodians and the decision-making process: releasing data for research. *Journal of Law and Medicine*. 2018. Vol. 26. Issue 2. Pp. 433-453.
2. Syerov Y., Shakhovska N., Fedushko S. Method of the data adequacy determination of personal medical profiles. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 902. Pp. 333-343.
3. Mitchell C., Ploem C. Legal challenges for the implementation of advanced clinical digital decision support systems in Europe. *Journal of Clinical and Translational Research*. 2018. Vol. 3. Pp. 424-430.
4. Hovorushchenko T., Hnatchuk Ye., Herts A., Onyshko O. Intelligent Information Technology for Supporting the Medical Decision-Making Considering the Legal Basis. *CEUR-WS*. 2021. Vol. 2853. pp. 72-82.
5. Hovorushchenko T., Boyarchuk A., Pavlova O. Ontology-based intelligent agent for semantic parsing the software requirements specifications. *International Journal on Information Technologies and Security*. 2019. Vol. 2. Issue 11. Pp. 59-70.

УДК 004.9: 004.056.5

СТРУКТУРА ПІДСИСТЕМИ ЗАПОБІГАННЯ РИЗИКІВ ВІДТОРГНЕННЯ ДОНОРСЬКИХ ОРГАНІВ

Т. О. Говорущенко, О. О. Говорущенко, Д. А. Любовецький
Хмельницький національний університет, Хмельницький ліцей №17
E-mail: tat_yana@ukr.net

Among the reasons hindering the development of transplantation of anatomical materials to humans in Ukraine is the rejection of donor organs by the recipient's body. The dependences of the process of rejection of donor organs by the recipient's body on one or another factor, which are useful in the selection

of donor organs, in order to minimize the risks of rejection of organs by the recipient's body. The structure of the subsystem of risk prevention of rejection of donor organs is offered, directed on check of the formed list of factors of rejection of donor bodies.

Вступ. Сьогодні в Україні дуже гострою є проблема трансплантації органів та інших анатомічних матеріалів людині. Щороку тисячі українців для порятунку життя потребують пересадки органів, однак трансплантологічних операцій проводиться одиниці. Усього на сьогодні у світі проживає понад 1 млн. осіб із пересадженими органами, які ведуть активнии спосіб життя і, навіть, займаються спортом [1]. У розвинених країнах трансплантація органів є стандартом лікування при багатьох захворюваннях нирок, серця, печінки, легень та ін. Україна відстає на 20-25 років у розвитку органної трансплантації через відсутність фінансування на розвиток системи трансплантації, відсутність єдиного реєстру донорів, співвідношення презумції згоди і незгоди, перспективи розвитку трансплант-координаційної служби, проблеми навчання та підготовки лікарів, відсутність єдиного електронного реєстру тощо [1].

Згідно Закону України «Про застосування трансплантації анатомічних матеріалів людині» [2], трансплантологічна діяльність має базуватися виключно на основі Єдиної державної інформаційної системи з трансплантації органів та тканин (ЄДІСТ). Ця інформаційна система наразі ще перебуває в процесі створення.

Серед причин, що стримують розвиток трансплантації анатомічних матеріалів людині в Україні, є відторгнення донорських органів організмом реципієнта, незважаючи на ретельну перевірку сумісності органів або інших анатомічних матеріалів донора та реципієнта. Серйозні несприятливі події та постійний ризик хронічного відторгнення трансплантата продовжують залишатися проблемою для трансплантації [3].

Таким чином, актуальним для ЄДІСТ може стати успішно розроблена та впроваджена підсистема запобігання ризиків відторгнення донорських органів, яка допоможе прийняти рішення щодо можливості або неможливості донорства та трансплантації в тому чи іншому випадку з врахуванням факторів відторгнення донорських органів. Метою даного дослідження є визначення факторів відторгнення донорських органів та розроблення структури підсистеми запобігання ризиків відторгнення донорських органів.

Основна частина. Основна проблема будь-якої трансплантації – імунна відповідь організму реципієнта на донорський орган (трансплантант). Гостре відторгнення трансплантанту може відбутись через кілька днів або тижнів після трансплантації. Імунна система може сприймати прищеплений орган як чужорідний і атакувати його, руйнуючи його і призводячи до відмови.

Дослідження фахової літератури [3-5] дало можливість сформувати перелік факторів, що викликають відторгнення донорських органів:

1) різна поверхнева структура клітин, різні групи крові в реципієнта та донора;
2) несумісність реципієнта та донора за антигенами HLA;
3) високий рівень небезпечних антитіл (cross-match) у реципієнта;
4) концентрація використовуваного алгоритму розподілу донорських органів на часі очікування, а не на медичних факторах;
5) походження донорського органу (посмертне чи прижиттєве донорство);
6) загальний стан здоров’я реципієнта;
7) вік донора;
8) стать реципієнта;
9) прогресуюча хронічна дисфункція пересадженого органу після пересадки;
10) тип імуносупресивної терапії;
11) хвороба реципієнта, яка стала показанням для трансплантації, та фаза цієї хвороби.

Встановлені залежності процесу відторгнення донорських органів організмом реципієнта від того чи іншого фактору є корисними при підборі донорських органів, а також при призначенні підтримуючої післяопераційної терапії з метою мінімізації відторгнення донорських органів організмом реципієнта.

Отже, підсистема запобігання ризиків відторгнення донорських органів спрямована саме на перевірку сформованого переліку факторів, що викликають відторгнення донорських органів. На основі такої перевірки підсистема запобігання ризиків відторгнення донорських органів пропонує висновок щодо можливості (якщо всі фактори відторгнення донорських органів усунуті або

мінімізовані) або неможливості (якщо один чи група факторів відторгнення донорських органів не можуть бути усунуті) донорства та трансплантації в тому чи іншому випадку. Структура підсистеми запобігання ризиків відторгнення донорських органів представлена на рис. 1.

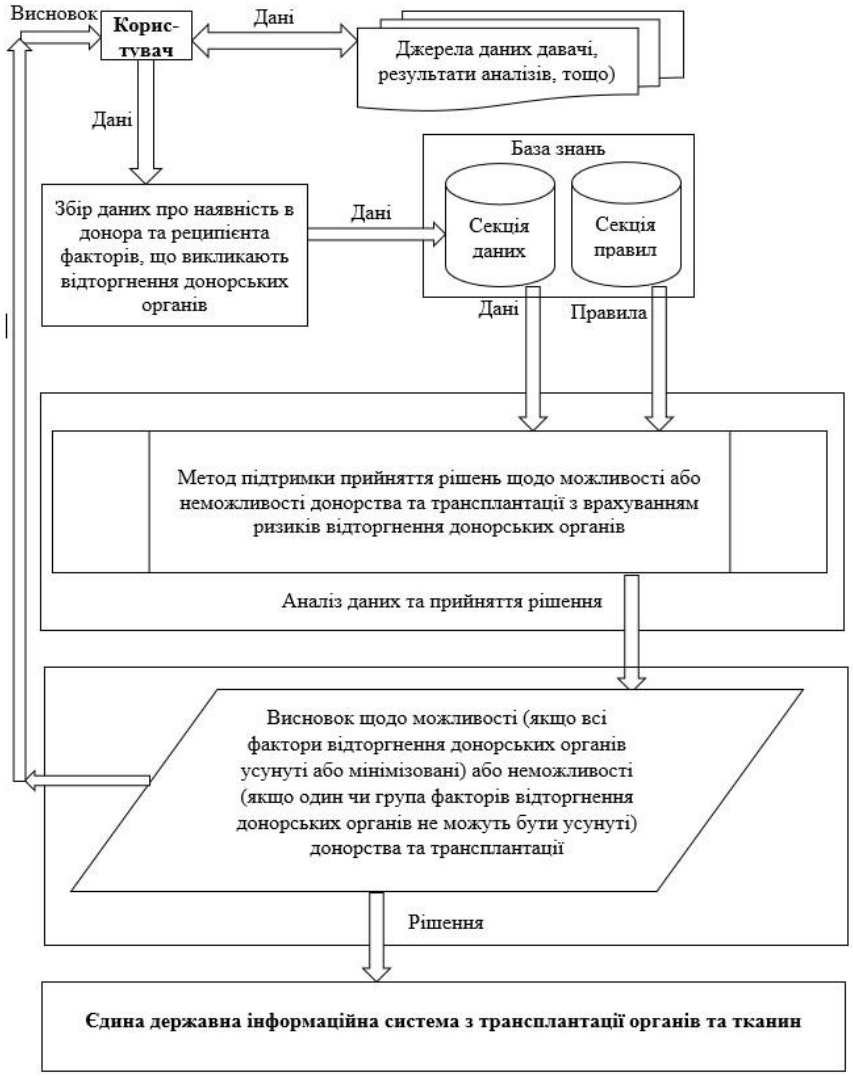


Рис. 1. Структура підсистеми запобігання ризиків відторгнення донорських органів

Висновки. В ході дослідження встановлено залежності процесу відторгнення донорських органів організмом реципієнта від того чи іншого фактору, які є корисними при підборі донорських органів з метою мінімізації відторгнення донорських органів організмом реципієнта. Запропоновано структуру підсистеми запобігання ризиків відторгнення донорських органів, спрямованої саме на перевірку сформованого переліку факторів, що викликають відторгнення донорських органів. На основі такої перевірки підсистема запобігання ризиків відторгнення донорських органів пропонує висновок щодо можливості або неможливості донорства та трансплантації в тому чи іншому випадку. Виходячи із запропонованої структури системи, перспективними напрямками досліджень є розроблення правил та методу підтримки прийняття рішень щодо можливості або неможливості донорства та трансплантації, а також реалізація підсистеми запобігання ризиків відторгнення донорських органів.

Перелік посилань:

1. Hovorushchenko T., Herts A., Hnatchuk Ye., Sachenko O. Supporting the decision-making about the possibility of donation and transplantation based on civil law grounds. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol. 1246. Pp. 357-376.

2. Закон України «Про застосування трансплантації анатомічних матеріалів людині». Веб-сайт. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2427-19 (дата звернення: 24.09.2021).

3. Beyar R. Challenges in Organ Transplantation. *Rambam Maimonides Medical Journal*. 2011. Vol. 2 (2). No. e0049.

4. Траілін А. В. Діагностика, прогнозування і профілактика дисфункції ниркового алотрансплантату: автореферат дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.08 / Київ, 2011. 41 с.

5. Vaillant A., Misra S., Fitzgerald B. Acute Transplantation Rejection. Web-site. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535410/ (Last accessed: September 24, 2021).

УДК 61:007+519.711.3

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

І. Й. Єрмакова , А. Ю. Ніколаєнко , О. В. Грицаюк , П. М. Кравченко
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН України і МОН України, м. Київ, Україна
E-mail: irena.yermakova@gmail.com

The information technology is based on the complex of mathematical multicompartmental models for prediction of human thermophysiological responses in water environments during physical activity with the wetsuit. The technology allows to evaluate the impact of combined effect of water temperature, swim speed and properties of the wetsuit on human heat interaction with environment.

Вступ. Перебування людини в холодній воді відноситься до екстремальних впливів середовища через високу теплопровідність і теплоємність води. Швидкість охолодження залежить від температури води, швидкості течії, інтенсивності плавання та індивідуальних характеристик людини. На ризик переохолодження наражаються люди, чия діяльність пов’язана з тривалим перебуванням у воді температурою нижче за 25 °С. Для безпечного плавання і комфортної роботи людини у холодній воді використовується спеціальний одяг.

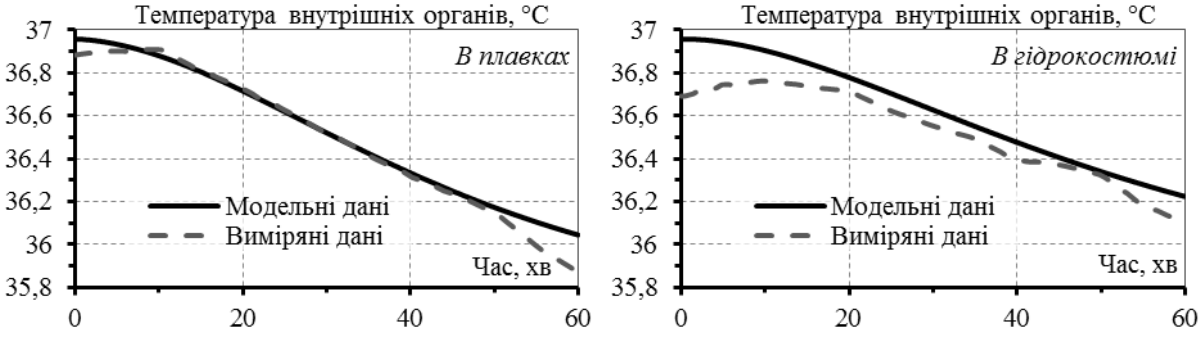
Мета роботи – розроблення інформаційної технології на базі математичних моделей для прогнозування динаміки термофізіологічних реакцій людини під час фізичної активності у водному середовищі з урахуванням захисного одягу.

Метод. В основу інформаційної технології покладено комплекс математичних мультикомпартментальних моделей терморегуляції і теплообміну людини під час фізичної активності за різних умов повітряного і водного середовища у захисному одязі. Комплекс моделей описує процеси теплопродукції, передачу тепла між тканинами і органами, перенос тепла кровообігом та теплообмін людини з повітряним і водним середовищами [1]. Моделі враховують понад сотню показників: анатомічні, біофізичні і фізіологічні характеристики, здатність людини до адаптації, параметри повітряного і водного середовища, коефіцієнти теплообміну людини у воді шляхом конвекції, рівень занурення людини у воду, тривалість, інтенсивність і вид фізичної активності, характеристики матеріалів і конструкцію захисного одягу.

Інформаційну технологію розроблено для дослідження перебування людини у воді температурою від 5 °С до 30 °С. Коефіцієнт теплообміну конвекцією у воді залежить від інтенсивності фізичної активності людини у воді та швидкості циркулювання води. Під рівнем занурення людини у воду мається на увазі повне (з головою) або часткове занурення (по шию, по пояс, по коліна тощо). Модель враховує температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря над водою. Вид фізичної активності людини у воді – це стан спокою, утримання тіла на поверхні води, ходіння у воді або плавання. Вихідними даними модельних досліджень є динамічні зміни температури органів і крові людини, об’ємної швидкості крові всіх частин тіла, інтенсивності метаболічних процесів, теплових потоків, серцевого викиду, частоти серцевих скорочень, ударного об’єму крові тощо.

Доказ адекватності математичних моделей терморегуляторних реакцій людини у водному середовищі виконано шляхом порівняння результатів моделювання з результатами спостережень на людях (H. Wakabayashi та співавтори [2]). Дослідження на людях проведено за таких умов: людина

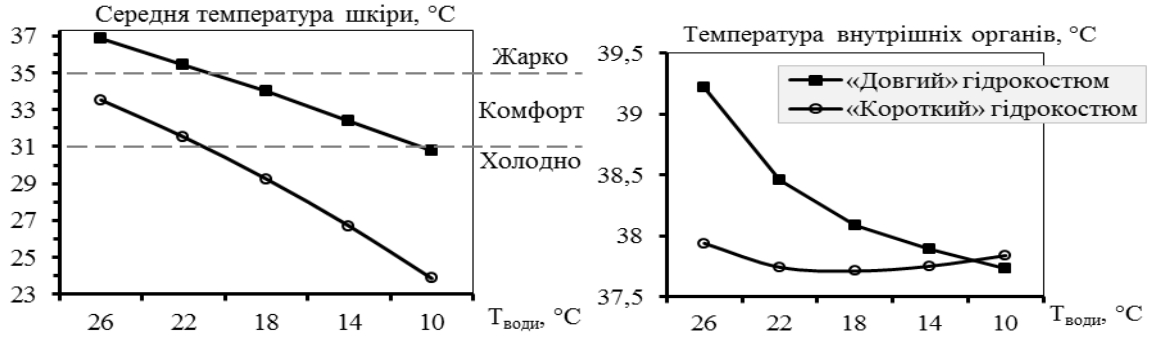
сиділа 60 хв. на стільці в спеціальному резервуарі по шию у воді в неопреновому гідрокостюмі або в плавках. Температура води і повітря підтримувалася 26 °С; швидкість циркулювання води в резервуарі дорівнювала 50 л/хв. Динаміка внутрішньої температури тіла людини (рис. 1), отримана моделюванням, узгоджується з виміряними даними, отриманими для тих самих умов дослідження. Середньоквадратичне відхилення між модельними та виміряними значеннями температури тіла людини в плавках і в гідрокостюмі становить 0,064 °С і 0,1°С відповідно.



а) б)

Рис. 1. Динаміка температури тіла людини у воді в плавках (а) і гідрокостюмі (б) за результатами моделювання і вимірювання на людях

Результати. Проведено модельні дослідження для умов: людина в гідрокостюмі пливе 1 годину зі швидкістю 1 м/с, утримуючи голову над водою, інтенсивність фізичної активності 680 ккал/год, температура води 10 °С÷26 °С, коефіцієнт теплообміну конвекцією у воді 460 Вт/(м^2·°С), температура повітря 20 °С. Досліджено дві конструкції гідрокостюмів: з короткими рукавами і штанинами («короткий») та з довгими рукавами і штанинами («довгий»). Під час плавання людини в «довгому» гідрокостюмі площа шкіри, яка контактує з водою в 2,7 рази менше, ніж в «короткому» гідрокостюмі.



а) б)

Рис. 2. Середня температура шкіри (а) та температура внутрішніх органів тіла людини (б) за годину плавання у «короткому» і «довгому» гідрокостюмі

Аналіз середньої температури шкіри показав, що за температури води 22 °С і вище людині комфортніше в «короткому» гідрокостюмі, а за температури води нижче за 22 °С – у «довгому» (рис. 2а). Аналіз температури внутрішніх органів (рис. 2б) показав, що за температури води 22 °С і вище у людини через годину плавання у «довгому» гідрокостюмі виникає загроза перегрівання. За таких умов рекомендується використовувати «короткий» гідрокостюм або зменшити час та швидкість плавання. За температури води 18 °С і нижче рекомендується використовувати «довгий» гідрокостюм.

Висновки. Застосування інформаційної технології для прогнозування термофізіологічних реакцій людини у воді надає можливість визначити час безпечного перебування щодо переохолодження або перегрівання залежно від температури води**,** захисного одягу і рівня занурення людини в холодну воду.

Перелік посилань:

1. Ермакова И.И. Информационная платформа мультикомпартментальных моделей терморегуляции человека. *Киберн. и вычисл. техника.* Киев. 2013. Вып. 174. С. 81-91.

2. Wakabayashi H., Hanai A., Yokoyama S., Nomura T. Thermal insulation and body temperature wearing a thermal swimsuit during water immersion. *Journal of physiological anthropology.* 2006. Vol. 25, № 5. P. 331-338. DOI: https://doi.org/10.2114/jpa2.25.331.

УДК 621.3

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ПЕЛЬТЬЄ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОСУДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОНОРСЬКИХ ОРГАНІВ

Я. С. Забіло, В. В. Козяр

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: yarzab55@gmail.com, kozyarvasilij@gmail.com

Various complex and expensive systems are used to transport donor organs. There is a need to develop a reliable, small and easy-to-use cooling system for donor organs. The operation of the system that was developed is the constant circulation of preservative fluid through the body and the cooling system.

Вступ. Для транспортування донорських органів використовують різні складні та коштовні системи. Існує необхідність розробки надійної, малогабаритної та простої у використанні системи охолодження донорських органів.

Мета роботи. Розробка системи з використанням ефекту Пельтьє для внутрішньосудинного охолодження донорських органів.

Основна частина. Робота системи полягає у постійній циркуляції консервуючої рідини через орган та систему охолодження, з'єднаних герметичними трубками (рис.1).

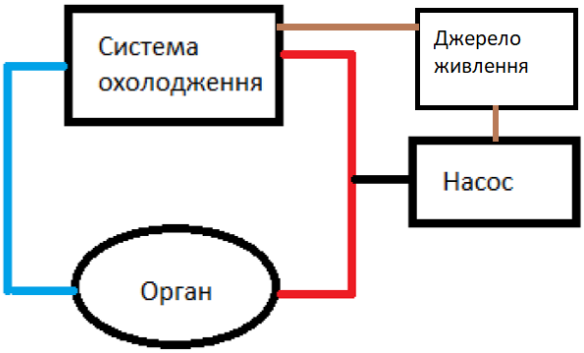


Рисунок 1. Блок-схема системи охолодження

Для термоелектричного охолодження необхідний матеріал з високими значеннями коефіцієнта Пельтьє і питомої електропровідності. Це обумовлено тим, що на додаток до тепла Пельтьє завжди виділяється і джоулівське тепло, яке частково перекриває ефект охолодження. З іншого боку, при одній і тій же кількості тепла, що виділяється внаслідок ефекту Пельтьє на одному контакті і поглинається на іншому, різниця температур між контактами буде тим більша, чим менша теплопередача від гарячого кінця провідника до холодного, тобто чим менший коефіцієнт теплопровідності. Таким вимогам відповідають елементи ТЕС1 споживаної потужності 30 – 120 Вт, використання яких забезпечує ефективну роботу системи охолодження.

Результати. При використанні 4 елементів Пельтьє потужністю 60 Вт за термін 22±5 хв. досягається зниження температури циркулюючої з об'ємною швидкістю 500 мл/хв. рідини та об'єкту дослідження масою 250 -250 г від кімнатної до придатної, а саме 8 - 4°C.

Висновки. Розроблена система внутрішньосудинного охолодження з використанням ефекту Пельтьє забезпечує швидке та ефективне пониження температури донорських органів до рівнів, які вважаються оптимальним на етапі транспортування органів перед трансплантацією.

Перелік посилань:

1. Ефект Пельтьє. – URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/ 3pavlov_osnovy_mikroelektroniky /72.htm.

2. Малишев В. Технічна термодинаміка та теплопередача/ Малишев В., Крєтов В., Гладка Т. - М.: Університет «Україна» 2011. 117 с.

3. Exploring Peltier effect in organic thermoelectric films. – URL: https:// www.nature.com/articles/s41467-018-05999-4.

УДК 621.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЄ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ДЛЯ ДОНОРСЬКИХ ОРГАНІВ

Я. С. Забіло, В. В. Козяр

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: yarzab55@gmail.com, kozyarvasilij@gmail.com

The operation of the Peltier thermoelectric cooling element depending on different conditions was studied: voltage, presence of passive and active heat dissipation. It is shown that with increasing voltage on the element its relative efficiency decreases.

Вступ. При використанні елементів Пельтьє в гіпотермічних системах консервації донорських органів існує необхідність оцінки ефективності охолодження при різних режимах роботи.

Мета роботи. Дослідження ефективності охолодження за допомогою елемента Пельтьє при різних режимах і умовах роботи.

Основна частина. Досліджувалася робота елемента термоелектричного охолодження TEC1 потужністю 60 Вт (елемента Пельтьє) в залежності від різних умов (напруги, наявності пасивного і активного тепловідведення). Пасивне охолодження здійснювалося алюмінієвим радіатором, який контактував із усією площею гарячої сторони елемента TEC1. Активне охолодження здійснювалося комп'ютерним кулером. Виявлено, що при зростанні напруги живлення до 15 В ефективне охолодження не досягається з-за інтенсивного теплопроведення в самому елементі. При наявності пасивного (радіатор) і, особливо, активного тепловідведення ефективність охолодження істотно збільшується (табл. 1).

Таблиця 1. – Ефективність роботи елемента Пельтьє при різній конструкції охолоджуючої збірки.

Схема охолодження	Підвищення температури гарячої сторони	Зменшення температури холодної сторони	Сумарна зміна температури
Схема з пасивним охолодженням, U = +10 В	на 20.5 °С	на 9.2 °С	29.7 °С
Схема з активним охолодженням, U = +10 В	на 13.4 °С	на 18.1 °С	31.5 °С

З таблиці 1 видно, що різниця температур між точками вимірювання на холодній і гарячій сторонах елементу в межах похибки однакова. Однак, активне охолодження значно збільшує загальну ефективність роботи тепловідвідної збірки, при цьому споживання електроживлення вентилятором значно нижче, ніж споживання елементом Пельтьє.

Слід зазначити, що реального охолодження холодної сторони елемента Пельтьє, без відводу тепла, вдалося домогтися лише при мінімальній напрузі (+1 В), оскільки при відсутності ефективних механізмів відведення тепла від елемента виділення Джоулевого тепла вже при невеликих значеннях струму, що протікає превалює над ефектом Пельтьє.

Результати. При дослідженні було визначено, що на ефективність роботи елементів Пельтьє значно впливає наявність охолодження (радіатор, кулер). Згідно даних про зменшення температури холодної сторони, активне охолодження дає вдвічі кращі результати, ніж пасивне.

Висновки. За результатами дослідження встановлено, що напруга живлення елемента Пельтьє не повинна перевищувати 10 В, а краща ефективність охолодження досягається при використанні активної системи тепловідведення.

Перелік посилань:

1. Малишев В. Технічна термодинаміка та теплопередача/Малишев В., Крєтов В., Гладка Т. - М.: Університет "Україна" 2011. - 117 с.

2. Exploring Peltier effect in organic thermoelectric films. – URL: https:// www.nature.com/articles/s41467-018-05999-4.

УДК 612.014.5-053.4:611.781.1:57.088.6:577.128

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АНЕМІЇ У ДІТЕЙ РАННЬОГО ВІКУ ШЛЯХОМ ОЦІНКИ МІНЕРАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ

Д. А. Зубченко, Г. М. Страшненко

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 61070, Харків, вул. Чкалова, 17, кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій

E-mail: h.strashnenko@khai.edu

The paper proposes a method for predicting the development of anemia in young children by estimating the mineral profile using binary logistic regression. The application of the developed method in pediatrics will allow to timely prevent or diagnose the formation of this pathology at the preclinical stage and to correct the microelement profile of the child.

Вступ. Залізодефіцитна анемія (ЗДА) займає провідне місце серед анемій в загальній популяції населення, однак поширеність ЗДА значно варіює залежно від віку та статі. Найбільш висока поширеність ЗДА відзначається у дітей від 6 місяців до 3 років (1 пік захворюваності) та дівчаток-підлітків старше 12 років (2 пік захворюваності). Мікроелементи (МЕ) забезпечують адекватне функціонування дитячого організму. Проте саме порушення МЕ балансу може сприяти розвитку багатьох захворювань, в тому числі ЗДА. Вивчення макро- та мікроелементного дисбалансу у дітей раннього віку дозволяє своєчасно попередити або діагностувати формування патологій на доклінічній стадії та провести корекцію МЕ профілю дитини дієтою або фармакологічними препаратами, що є актуальним в практиці педіатра або сімейного лікаря на етапі спостереження за дитиною першого року життя.

Прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку шляхом оцінки мінерального профілю супроводжується необхідністю обробки та аналізу великої кількості динамічної інформації про стан дітей раннього віку і, як наслідок, вимагає впровадження спеціальних засобів в роботу педіатрів. Тому розробка нового методу в педіатрії, що дозволить забезпечити підтримку прийняття рішення в задачі прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку шляхом оцінки мінерального профілю, є актуальною науково-технічною задачею.

Метою даної роботи є розробка методу прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку, який базується на методі бінарної логістичної регресії та відрізняється урахуванням сукупності показників мінерального профілю, що дає змогу прогнозувати розвиток анемії.

Основна частина. Концепція методу прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку шляхом оцінки мінерального профілю ґрунтується на реалізації наступних етапів.

На першому етапі відбувається опис даної задачі прийняття рішення для прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку шляхом оцінки мінерального профілю. Відбувається відбір даних, необхідних для вивчення факторів ризику анемії, та здійснюється описовий аналіз даних.

Потім відбувається визначення необхідного обсягу вибірки для отримання результатів необхідної точності при вибірковому обстеженні.

Далі, на базі розробленої математичної моделі відбувається, визначення ймовірності настання події, а саме прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку:

$$P = [1+\exp(-(-7{,}557 \cdot X_{1j} - 25{,}148 \cdot X_{2j} + 11{,}299 \cdot X_{3j} + 11{,}343))]^{-1},$$

де P – імовірність виникнення анемії;

$X_{1j} – X_{3j}$ – показники мікроелементного статусу дітей (Cl, Fe, Cu).

Перевірка значущості підібраних коефіцієнтів моделі проводилась за допомогою статистики Вальда. Перевірка якості регресійної моделі проводиться за допомогою функції правдоподібності, показників Кокса, Шелла та Нейджелкерка.

Далі оцінюється якість класифікації моделі на основі аналізу таблиці класифікації та побудова діаграми класифікації.

Для того щоб оцінити діагностичну якість отриманої математичної моделі проводили ROC-аналіз. Для побудови ROC-кривої за результатами класифікації спочатку обчислюються помилки I і II роду, а потім знаходиться значення чутливості й специфічності тесту. Для підтвердження якості математичної моделі використовується значення індексу GINI.

Далі визначається загальна точність та прогностична цінність розробленої моделі.

На заключному етапі відбувається формування висновку лікарем-педіатром.

Висновки. Розроблено метод прогнозування розвитку анемії у дітей раннього віку шляхом оцінки мінерального профілю із застосуванням бінарної логістичної регресії. Застосування розробленого методу в педіатрії дозволить своєчасно попередити або діагностувати формування даної патології на доклінічній стадії та провести коррекцію мікроелементного профілю дитини дієтою або фармакологічними препаратами.

Перелік посилань:

1. Охапкіна О. В., Амаш А. Г., Дубоносов В. Л. Мінеральний профіль дітей раннього віку та його вплив на рівень фізичного розвитку. *Актуальні проблеми сучасної медицини.* 2016. Т. 16, Вип. 4(1). С. 164-166.

2. Фролова Т. В., Охапкіна О. В. Роль мікроелементного профілю у системі регіонального моніторингу здоров'я дитячого населення. *Перинатологія і педіатрія*. 2010. № 3. С. 66–71.

3. Disorders of Mineral Metabolism. Chep. 27 / F. R. Bringhurst, M. B. Demay, H. M. Kronenberg et al. – Williams Textbook of Endocrinology. 11th ed. St. Louis, Mo: WB Saunders, 2008. https://doi.org/10.1002/9780470623992.ch27.

УДК 616.61:616.379-008.64-092

ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРУКТУРНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН В СЕРЦІ І СУДИНАХ У ХВОРИХ НА ДІАБЕТИЧНУ НЕФРОПАТІЮ

О. М. Кірієнко, А. О. Несен, П. С. Семенових, М. О. Кірієнко, Л. М. Грідасова, О. І. Циганков
ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т. Малої НАМН України», м. Харків
проспект Любові Малої 2а, м. Харків, 61039,
E-mail: it_org_gridasova@ukr.net

In patients with diabetic nephropathy (DN) there is a violation of endothelium-dependent vasodilation (test with reactive hyperemia). The development of DN in type 2 diabetes mellitus (DM) is accompanied by a probable decrease in the degree of increase in the speed Doppler characteristics of the brachial artery blood flow in comparison with hypertension and control. In patients with DN revealed an increase in the thickness of the intima media complex, 43 % more than in the control, p <0,01. Cardiorenal lesions in type 2 diabetes occur due to hemodynamic and metabolic factors on the vascular endothelium.

Вступ. З урахуванням високої поширеності цукрового діабету (ЦД) в популяції, а також значного збільшення ризику розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ) у цій когорті хворих, проблема ведення пацієнта з ССЗ на тлі діабетичної нефропатії (ДН) є досить актуальною. Поліпшення розуміння патогенетичних механізмів розвитку ССЗ при ДН забезпечить нові перспективи для лікування пацієнтів з такою патологією. Адекватна терапія не тільки СД, але і ДН і ССЗ буде сприяти зниженню частоти серцево-судинних ускладнень і дозволить поліпшити якість життя даної категорії пацієнтів [1-3]. У зв'язку з вищезазначеним, метою фрагмента роботи було вивчення особливостей структурних та функціональних змін в серці і судинах у хворих на діабетичну нефропатію. Виконання поставленої мети передбачало вирішення наступних задач: 1) дослідити структурні особливості лівого шлуночка серця та параметри

систолічної і діастолічної функції лівого шлуночка у хворих на ДН; 2) проаналізувати структурні та функціональні зміни судинної системи у хворих на ДН.

Основна частина. Обстежено 24 хворих на ДН (1-а – основна група), 22 хворих на гіпертонічну хворобу (ГХ) (2-а – група порівняння), середнім віком (53 ± 6,5) років. Контрольну (3-ю) групу склали 20 здорових осіб. Ультразвукове дослідження серця проводили на апараті «ULTIMA PA» («Radmir», Україна), по стандартній методиці за рекомендаціями Американського ехокардіографічного товариства. Наявність ГЛШ встановлювали згідно рекомендаціям Європейського товариства кардіологів і Європейського товариства гіпертензії (2018 р.).

При порівняльному аналізі товщини КІМ ЗСА, швидкісних допплерівських характеристик кровотоку (Vps, Ved, TAMX) та індексу резистентності (IR) по групах нами розглянутий один середній показник даних по правій і лівій каротидній артерії. Встановлено, що у хворих на ДН товщини КІМ ЗСА була вірогідно товщою у порівнянні з групою контролю ($p < 0,05$).

Крім того при дослідженні КІМ ЗСА тільки у хворих на ДН та ГХ були виявлені структурні зміни які можна розглядати, як атеросклеротичні бляшки [4]. В цілому по групі хворих на ДН атеросклеротичні бляшки різного ступеню вираженості були виявлені у майже 27 % і частіше у правій ЗСА, при ГХ були виявлені бляшки у 17 %. Виявлені структурні патологічні атеросклеротичні зміни зі сторони каротидного басейну, ймовірно, асоціюються з значним ризиком виникнення серцево-судинних ускладнень, потребують комплексної превентивної діагностики та лікувальних заходів направлених на зміну способу життя, режиму харчування та застосування статинотерапії [5].

Висновки. У хворих на ДН виявлено суттєве збільшення ключового маркера ранньої доклінічної діагностики атеросклеротичних змін судинної стінки КІМ на 43 % у порівнянні з контролем, ($p<0,01$). Порушення вазомоторної функції артерій має важливе значення у розвитку структурно-функціональних змін серця та судин у хворих на ДН. Не виключено, що формування кардіоренальних уражень при ЦД 2 типу відбувається внаслідок поєднаного патологічного впливу як гемодинамічних, так і метаболічних факторів на ендотелій.

Перелік посилань:

1. Betteridge D.J. Epidemiology of the Cardiac Complications of Type 2 Diabetes Mellitus // Medicographia. 2001. Vol. 23. P. 95–99.

2. Фадєєнко Г.Д. Коморбідність і високий кардіоваскулярний ризик - ключові питання сучасної медицини / Г.Д. Фадєєнко, О.Є. Гріднєв, А.О. Несен, В.А. Чернишов, М.М. Грунченко, В.Л. Шкапо // Український терапевтичний журнал. – 2013. - № 1. – С. 102-107.

3. Журавльова Л.В., Сучасний погляд на ураження серцево-судинної системи при цукровому діабеті і методи їх корекції: фокус на діабетичну кардіоміопатію: наукова монографія для студентів, лікарів-інтернів та лікарів широкого профілю / Л.В.Журавльова, Н.В. Сокольнікова, Т.А. Рогачова. – Харків : ХНМУ, 2020. – 234 с.

4. Touboul PJ Mannheim Carotid Intima-media thickness and Plaque Consensus (2004-2006-2011) An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011 / P-J Touboul 1, M G Hennerici, S Meairs et al. // Cerebrovasc Dis. – 2012. - № 34. – P. 290-296. doi: 10.1159/000343145.

5. Лавринюк В.Є. Ранні доклінічні ультразвукові маркери атеросклерозу: кальциноз клапанного апарату та потовщення комплексу інтима-медіа сонних артерій / В.Є. Лавринюк, Т.Є. Цюпак, Н.Б. Грейда // Молодий вчений. – 2014. - № 10(13)(2). - С. 98-100.

УДК615.844.4:004.051/052

ІНФОРМАЦІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕПД В ФІЗИЧНІЙ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНІЙ МЕДИЦИНІ (ФРМ)

В. С. Килівник

Вінницький національний медичний університет ім. М.І.Пирогова,

21018, м.Вінниця, вул.. Пирогова, 56, кафедра фізичної та реабілітаційної медицини

E-mail: vs.Kulivnuk@ukr.net

The use of EPD(EAV) accorrding in physical and rehabilitation medicine is substantiated.We used our

own results: SWOT-analysis(identified strengths and weaknesses,opportunities and threats). The solution of the identified problems allowed to expandthe diagnostsc and therapeutic potential of the method.

З 1964 р. веде відлік світова історія розвитку інформаціології, інформатизації суспільства, інформаціологічних ресурсів та технологій [1]. Основи медичної інформаціології викладені в роботах Кузьміна І.В., Килівника В.С. (2008-2010 рр.).

Дослідження, проведені Р.Ф оллем, дозволили систематизувати і описати інформаційно-функціональні взаємозв'язки БАТ з окремими органами та тканинними системами[4].

Автором використано SWOT-аналіз інформаційної системи "Медіса" для обґрунтування можливості її застосування для електропунктурної діагностики(ЕПД) в ФРМ, результати якого представлені в табл.1.

Таблиця 1. – Результати SWOT-аналізу інформаційної системи дляЕПД в ФРМ

Сильні сторони		**Слабкі сторони**
1		2
1.	Технічна та інформаційна підтримка лікаря ФРМ	1.Залежність результатів діагностики від індивідуальних особливостей лікаря-діагноста
2.	Надання інформації в зручному для лікарів форматі	2.Залежність результатів діагностики від організації робочого місця лікаря-діагноста
3.	Захист даних пацієнта [2]	3.Залежність результатів від правильної підготовки пацієнта до процедури ЕПД
4.	Наявність оперативного обліку пацієнтів	4.Захворювання не діагностується, якщо воно недостатньо вивчено
5.	Можливість визначення функціонального стану внутрішніх органів та тканинних систем; проведення функціональної та топічної діагностики	5.Захворювання достатньо вивчено, але лікар-діагност з ним ніколи не зустрічався
6.	Можливість проведення диференційної та синтетичної діагностики	6.Можливі причини етичного змісту, недостатнє знання лікарем семіології та методології постановки діагнозу
7.	Можливість раннього виявлення порушень в органах та тканинних системах, а також прихованих (латентних) вогнищ інфекції та впливу її на імунну систему організму	7.Труднощі кількісного порядку, які містяться в лавиноподібному збільшенні наукової інформації
8.	Можливість тестування медикаментів, бактеріальних, вірусних та інших інфекційних антигенів (етіологічна діагностика захворювань)	8.Труднощі в розпізнаванні преморбідних станів у практично здорових людей [4] тощо
9.	Можливість індивідуального підбору гомеопатичних та алопатичних засобів без введення їх в організм людини	9.Наявність протипоказів для проведення ЕПД: - відсутність кінцівки, одного або декількох пальців; - наявність локальних зміна бо дефектів шкіри і (та) підлягаючих тканин (особливо суглобів) в місцях проведення ЕПД; - психічні хвороби [5]
10.	Висока точність діагностики захворювань [3]: ЛОР – 82 %, бронхів – 84 %, аорти – 83 %, артеріальної гіпертензії – 78 % і т.п.	

Продовження табл. 1.

1		2
11.	Можливість визначення впливу на організм різних патогенних агентів, пестицидів, гербіцидів, нітратів, радіонуклідів тощо	
12.	Можливість контролю за ефективність будь-якого методу лікування	
13.	Можливість відновлення електричного гомеостазу в уражених органах та тканинах [4]	
	Можливості	**Загрози**
1.	Розширення діагностичної та лікувальної баз даних	1.Втрати (цілковито або частково) бази даних
2.	Створення механізмів інтеграції з іншими системами [2]	2.Втрати можливості технологічного обслуговування системи
3.	Передача технології ЕПД в інші заклади фізичної та реабілітаційної медицини	

Таким чином, проведений SWOT-аналіз виявив задачі,вирішення яких удосконалило технологію ЕПД та сприяло розширенню діагностичних та лікувальних можливостей інформаційної системи.

Перелік посилань:

1. Юзвишин И. И. Основы информациологии. Учебник. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Международное издательство «Информациология»; «Высшая школа», 2000. – 517 с.

2. Высоцкая Е. В., Рисованая Л. М. SWOT-анализ информационной системы определения когнитивных и эмоциональных нарушений у пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией./ I Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині. ISM - 2018». Збірник наукових праць. – Харків: Друкарня «Мадрид». – С.45-47.

3. Сарчук В. Н. Руководство по электропунктурной диагностике и энергоинформационной коррекции различных категорий больных /В.Н.Сарчук. – Алма-Ата: НПКЦ «Корс». 1992. – 408 с.

4. Самохин А. В. Электропунктурная диагностика и терапия по методу Р.Фолля /А.В.Самохин, Ю.В.Готовский. – М.: ИМЕДИС, 2006. -528 с.

5. Пинчук В. В. Методика электропунктурной диагностики и медикаментозного тестирования по модифицированной методике Фолля на приборах серии «Медисса». Методические рекомендации. – Симферополь: 2000. – 41 с.

УДК 616.12-008.33.1-008.9:616-056.52

РОЛЬ МЕТАБОЛІЧНИХ ПОРУШЕНЬ У ПРОГРЕСУВАННІ АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ У ХВОРИХ З АБДОМІНАЛЬНИМ ОЖИРІННЯМ

С. М. Коваль[1], І. О. Снігурська[1], Д. К. Милославський [1], О. В. Мисниченко[1], Г. М. Страшненко [2]
[1]Державна Установа « Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України»,
[2] Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
м. Харків, Україна
E-mail: sergekovalmd@gmail.com

The work reveals a number of probable differences in the peculiarities of the metabolic profile of hypertensive patients with abdominal obesity in comparison without obesity. There is a high frequency of atherogenic lipid disorders, early abnormalities of carbohydrate metabolism, including insulin resistance, hyperuricemia and their correlation with features of patient's nutrition as markers of progression of hypertension in obese individuals. Based on the obtained data, an algorithm for forecasting and verification of metabolic disorders in this category of patients will be developed and implemented.

Вступ Первинна артеріальна гіпертензія (АГ) залишається одним із найпоширеніших з серцево-судинних захворювань (ССЗ) [1]. До найбільш частих захворювань, які асоціюються з АГ відноситься абдомінальне ожиріння (АО) [2, 3]. В численних епідеміологічних дослідженнях показано, що у більшості хворих на АГ виявляються різні фактори ризику (ФР) ССЗ : надлишкова маса тіла або АО, дисліпідемія (ДЛП) [4], сімейний анамнез передчасного розвитку ССЗ, початкові порушення вуглеводного обміну (ПВО), гіперурикемія (ГУЕ), альбумінурія, нераціональне харчування[5], низька фізична активність (НФА), зловживання алкоголем, надмірне вживання кухонної солі та моносахаридів, які в значній мірі погіршують прогноз хворих на АГ. Велику загрозу працездатності і життю хворих АГ з АО складають атерогенні порушення ліпідного обміну та початкові порушення вуглеводного обміну (ПВО), резистентність до інсуліну. Таким чином, аналіз даних літератури свідчить про високу актуальність поглибленого вивчення механізмів формування АО та особливо в разі його поєднання з АГ. В той же час дані, щодо остаточної ролі метаболічних порушень у прогресуванні артеріальної гіпертензії у цієї категорії пацієнтів потребують подальшого вивчення.

Мета дослідження вивчення частоти і виразності метаболічних порушень та їх ролі у прогресуванні артеріальної гіпертензії (АГ) у хворих з абдомінальним ожирінням (АО).

Матеріали і методи. Було обстежено 68 хворих на АГ II стадії, 2-3 ступеня у віці 45-59 років (чоловіків 31 пацієнтів, жінок-37 осіб). У 43 хворих (чоловіків 19, жінок-24) АГ перебігала на тлі АО, а 25 хворих на АГ (чоловіків 12, жінок-13) мали нормальну масу тіла (НМТ). Діагностику ступеню та стадії АГ, АО, ФР проводили відповідно до рекомендацій ESC/ESH, 2018 та IDF,2005. Хворі основної групи та групи порівняння були співставні за віком і статтю. Здійснювали загальноклінічне обстеження, проводили антропометричні виміри. Вміст загального холестерину (ЗХС), тригліцеридів (ТГ), холестерину ліпопротеїдів (ХС ЛП) високої та низької щільності (ХС ЛПВЩ та ХС ЛПНЩ) у сироватці крові визначали ферментативним методом згідно сучасних рекомендацій Української асоціації кардіологів. Стан вуглеводного обміну оцінювали за рівнем глюкози крові, інсуліну натще відповідно до сучасних рекомендацій Української асоціації кардіологів та ендокринологів. Коефіцієнти ІР розраховували за допомогою алгоритму HOMA (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance). Гіперурикемію (ГУЕ) діагностували при рівні сечової кислоти в крові більше 360 мкмоль/л (рекомендації Української асоціації ревматологів і Європейської ліги з боротьби з ревматизмом). Особливості характеру харчування (ОХХ) пацієнтів оцінювали за стандартними дієтологічними рекомендаціями, враховували харчові пристрасті, добовий калораж, розподіл макронутриєнтів, вживання основних груп харчових продуктів, повареної солі, цукру, напоїв, алкоголю, циркадні ритми прийомів їжі. Отримані дані проаналізовані за допомогою прикладного програмного засобу SPSS.

Результати. Виявлено, що в групі хворих на АГ з АО достовірно частіше, ніж в групі хворих на АГ з НМТ діагностувались порушення ліпідного обміну: ДЛП (у 91 % та у 60 %, відповідно, $p < 0,05$) і комбінована ДЛП (у 50 % та у 12 %, відповідно, $p < 0,05$).

Хворі на АГ з АО достовірно відрізнялись від хворих на АГ з НМТ і за частотою початкових ПВО (гіперглікемія натще (ГГН), порушення толерантності до глюкози (ПТГ) та поєднання ГГН з ПТГ). Так, серед хворих на АГ з АО достовірно у більшої частини пацієнтів виявлялись, як початкові ПВО в цілому (50 % хворих) у порівнянні з хворими на АГ з НМТ (24 % хворих, $p < 0,05$), так і ГГН (32 % і 16 % відповідно, $p < 0,05$), а також поєднання ГГН з ПТГ (14 % і 4 %, відповідно, $p<0,05$). Більша частота початкових ПВО у хворих на АГ з АО в порівнянні з хворими на АГ з НМТ асоціювалась з більшою частотою ІР (індекс HOMA-IR - 2,77 ум.од. і більше) (78 % і 40 %, відповідно, $p < 0,05$).

Значна виразність метаболічних порушень у хворих на АГ з АО асоціювалась ще з одним дуже частим компонентом метаболічного синдрому (МС) - з ГУЕ. Результати проведеного аналізу свідчили про достовірно більш високу частоту ГУЕ у хворих на АГ з АО (43 % хворих ($p < 0,05$) у порівнянні з хворими на АГ з НМТ - 20 % хворих).

Встановлені зв'язки між ОХХ хворих на АГ з АО і наявністю та вираженістю у них ФР, які впливають на прогноз хворих: між профіцитом калорій (понад 500 ккал на добу) та індексом маси тіла (ІМТ) ($r=+0,33$; $p<0,05$), надмірним вживанням повареної солі (понад 5 грамів на добу) і рівнем систолічного артеріального тиску (АТ) ($r=+0,31$; $p<0,05$), між надлишком насичених тваринних жирів (понад 10% від добового раціону) і рівнем тригліцеридів в крові ($r=+0,28$; $p<0,05$), між збільшенням

частки простих вуглеводів (понад 10% від добового раціону) та індексом інсулінорезистентності (HOMA- IR) ($r=+0,26$; $p<0,05$).

Висновки. В роботі виявлений ряд вірогідних відмінностей в особливостях метаболічного профілю хворих на артеріальну гіпертензію з абдомінальним ожирінням в порівнянні з хворими з нормальною масою тіла. Встановлена висока частота метаболічних чинників - атерогенних ліпідних порушень, ранніх порушень вуглеводного обміну, в тому числі інсулінорезистентності, гіперурикемії та їх кореляційні зв'язки з особливостями характеру харчування пацієнтів, як маркерів прогресування артеріальної гіпертензії у осіб з абдомінальним ожирінням. На підставі отриманих даних буде розроблений та впроваджений алгоритм прогнозування виникнення та верифікації метаболічних порушень у даної категорії хворих.

Перелік посилань:

1. Williams B et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH) // Eur Heart J. - 2018. - Aug. - Vol.39 (33). - P. 3021-3104. Режим доступу: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339.

2. Landsberg L., Aronne L.J., Beilin L.J. et al. Obesity-related hypertension: pathogenesis, cardiovascular risk, and treatment: a position paper of the Obesity Society and the American Society of Hypertension // J. Clin. hypertens. - 2013. - Vol.15 (1). - P. 14-33. doi: 10.1111/jch.12049.

3. Garvey WT, Mechanick JI, Brett EM, [et al.] Reviewers of the AACE/ACE Obesity Clinical Practice Guidelines. American Association of Clinical Endocrinologists and American college of endocrinology comprehensive clinical practice guidelines for medical care of patients with obesity // Endocr Pract. – 2016. - Vol. 22. Suppl 3. - P. 1-203. doi: 10.4158/EP161365.GL.

4. Klop B, Elte JWF, Cabezas MC. Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets // Nutrients. - 2013. - Vol. 5. - № 4. - P. 1218–1240.

5. Hauk L.D., Makes GA. Food-Based Recommendations in the 2015-2020 Dietary Guidelines for Americans // Am. Fam. Physician. – 2016 - Vol. 93 (6) - P.525.

УДК 616.124-007.61-037:616.12-008.331.1:303.724.32

МОЖЛИВІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ГІПЕРТРОФІЇ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА У ХВОРИХ НА АРТЕРІАЛЬНУ ГІПЕРТЕНЗІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІНАРНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ

С. М. Коваль [1], І. О. Снігурська [1], К. О. Юшко [1], Т. Г. Старченко [1], О. В. Висоцька [2]

[1] ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т.Малої НАМН України»,

[2] Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

E-mail: yushko.ko@gmail.com

In the patients with arterial hypertension the development of the left ventricle hypertrophy of the heart can be predicted by the mathematical modeling of binary logistic regression with using the levels of apelin and such cardio-vascular risk factors as gender, presents type 2 diabetes, the level of low density lipoprotein cholesterol and the disruption of normal levels of high density lipoprotein cholesterol.

Поєднання артеріальної гіпертензії (АГ) та цукрового діабету (ЦД) 2 типу значно підвищує ризик ураження серця і розвиток гіпертрофії лівого шлуночка (ГЛШ) серця, що призводить до значного збільшення частоти серцево-судинних ускладнень і смертності [1, 2]. Прогнозування у пацієнтів розвитку перебігу захворювань або їх ускладнень, зокрема при наявності коморбідної патології, є складним клінічним завданням, перш за все через наявність численних факторів ризику і їх неоднозначності. Сучасний стан проблеми пояснюється як її складністю, так і недосконалим рівнем використання методів статистичного аналізу у вітчизняній медицині. Тому вкрай необхідна розробка математичних моделей прогнозування для визначення ризику розвитку ГЛШ.

Останнім часом великий інтерес викликають різні гуморальні, гормональні і метаболічні фактори розвитку ураження серця. Серед них особливе місце займає ендогенний пептид апелін, який відіграє роль функціонального антагоніста ренін-ангіотензинової системи [3]. Нами було показано, що зниження в крові

концентрації апеліну асоціюється з розвитком патологічного ремоделювання лівого шлуночка у хворих на АГ з ЦД 2 типу [4]. Тому великий інтерес викликає можливість використання рівнів апеліну при прогнозуванні розвитку ГЛШ за допомогою математичної моделі.

Мета. Оцінити прогностичну значимість клініко-метаболічних факторів і рівнів апеліну в крові і розробити математичну модель прогнозування розвитку ГЛШ у хворих на АГ.

Матеріали та методи. Обстежено 76 хворих на АГ із супутнім ЦД 2 типу та 35 хворих АГ без ЦД 2 типу. Всі хворі мали АГ II стадії 2-3 ступеня, тривалість гіпертензії у хворих склала (14,6 ± 1,1) років, середня тривалість ЦД 2 типу становила (5,25 ± 0,75) років, середній вік - (54, 6 ± 9,2) років. Чоловіків серед обстежених було 44, жінок - 45. Комплекс обстеження включав загальноклінічні методи, біохімічне дослідження крові з визначенням рівнів глікемії натщесерце, інсуліну, з розрахунком індексу інсулінорезистентності (HOMA), ліпідограму крові, ультразвукове дослідження серця. Рівні апеліну в крові визначали імуноферментним методом.

Дані всіх пацієнтів поділяли випадковим чином на навчальну і експериментальну вибірки в співвідношенні 70% навчальна і 30% експериментальна. Перевірка значущості коефіцієнтів математичної моделі проводилася за допомогою статистики Вальда. Для оцінки ефективності моделі використовувався ROC-аналіз. Аналіз проводився за допомогою програмного засобу SPSS 19.0.

Результати. Проаналізовано такі дані: вік, стать, тривалість АГ, наявність ЦД 2 типу, ступінь АГ, індекс маси тіла, наявність абдомінального ожиріння, глікемія натще, інсулін, HOMA, рівні і відхилення від норми загального холестерину, холестерину ліпопротеїдів низької щільності (ХС ЛПНЩ), холестерину ліпопротеїдів високої щільності (ХС ЛПВЩ), тригліцеридів, рівні апеліну, які були відібрані як незалежні змінні. В якості залежної змінної виступала змінна, яка приймала значення 0 (немає ГЛШ) і 1 (є ГЛШ).

Метод покрокової логістичної регресії дозволив виділити 7 найбільш значимих показників, які використовувалися як прогностичні фактори для оцінки достовірності віднесення кожного пацієнта до прогнозованого стану. На підставі найбільш значущих чинників було отримано рівняння для визначення ймовірності розвитку ГЛШ:

$$ПІглш = [1+exp-(a1•X1+a2•X2+a3•X3+a4•X4+ a5•X5+ a6•X6+a7•X7+18,609)]^{-1},$$

де ПІглш – прогностичний індекс, x1 - стать (1 – жіноча, 2 – чоловіча); x2 наявність ЦД 2 типу (1 – немає ЦД 2 типу, 2 – є ЦД 2 типу); x3 – рівень апеліну крові (нг/мл); x4 - ступінь гіпертензії (1 - АГ 2 ступеня, 2 – АГ 3 ступеня), X_5 - тривалість гіпертензії (1 – тривалість АГ до 10 років, 2 – тривалість АГ більше 10 років), X_6- ХС ЛПНЩ (ммоль/л), X_7-відхилення від норми ХС ЛПВЩ (1 – норма, 2 – менше норми); a1(-4,180), a2(4,384), a3 (-23,863), a4 (7,213), a5 (3,273), a6 (2,06), a7(-2,212) – певні коефіцієнти значущості. Якщо розраховане значення ПІглш більше 0,5, то прогнозується високий ризик розвитку ГЛШ.

Дана математична модель була перевірена в клінічній практиці при прогнозуванні ризику розвитку ГЛШ у хворих на АГ з ЦД 2 типу і без нього. Ступінь відтворюваності математичної моделі при використанні в медичній практиці склала 93%.

Отримано патент на корисну модель №102009 «Спосіб прогнозування ризику розвитку гіпертрофії лівого шлуночка серця у хворих на гіпертонічну хворобу з цукровим діабетом 2 типу», який був зареєстрований в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12.10.2015 [5].

Висновки. У хворих на АГ розвиток ГЛШ серця може бути спрогнозовано методом математичного моделювання з використанням рівнів апеліну і таких факторів ризику серцево-судинних ускладнень, як стать, наявність ЦД 2 типу, ступінь АГ, тривалість гіпертензії, рівні ХС ЛПНЩ та порушення нормальних рівнів ХС ЛПВЩ.

Перелік посилань:

1. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, Clement DL et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. Eur Heart J. 2018 Sep 1;39(33):3021-3104.

2. American Diabetes Association. Cardiovascular Disease and Risk Management: Standards of Medical Care in Diabetes-2018. Diabetes Care. 2018 Jan;41(Suppl 1):S86-S104. doi: 10.2337/dc18-S009.

3. Wysocka MB, Pietraszek-Gremplewicz K, Nowak D. The Role of Apelin in Cardiovascular Diseases, Obesity and Cancer. Front Physiol. 2018 May 23;9:557.

4. Коваль С.М. Ендогенний пептид апелін та патологічне ремоделювання серця у хворих на гіпертонічну хворобу з цукровим діабетом 2-го типу / С.М.Коваль, К.О.Юшко, Т.Г.Старченко // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2015. - №5(69). – С. 37 – 40.

5. Патент 102009 Україна, МПК: A61B 5/02, G01N 33/48. Спосіб прогнозування ризику розвитку гіпертрофії лівого шлуночка серця у хворих на гіпертонічну хворобу з цукровим діабетом 2 типу / Коваль С.М.; Юшко К.О.; Старченко Т.Г. [та ін.]; заявник та патентовласник ДУ "НІТ ім. Л.Т.Малої НАМН України". - u201503682, заявл. 20.04.2015, опубліковано 12.10.2015, бюл. № 19/2015.

УДК 612.67:616.12-008.331.1-07:616.441-008.64

НОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ТЕМПІВ СТАРІННЯ У ПАЦІЄНТІВ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ТА СУБКЛІНІЧНИМ ГІПОТИРЕОЗОМ

О. В. Колеснікова, А. О. Радченко
Державна установа «Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої Національної Академії Медичних Наук України»
E-mail: kolesnikova1973@gmail.com

This work is devoted to one of the methods of assessing the aging rates in patients with arterial hypertension (AH) and subclinical hypothyroidism (SH) in primary and secondary care. The combined course of these diseases can significantly increase the risk of cardiovascular complications. Our study evaluates the effectiveness of a new method of biological age assessment given the chance of detecting metabolic disorders in patients with hypertension.

Вступ. Старіння характеризується прогресуючим зниженням фізичних, розумових та репродуктивних можливостей, що призводить до підвищеної сприйнятливості до хвороб і смерті. Очікувана тривалість життя продовжує збільшуватися, тому краще розуміння і прогнозування перебігу старіння є необхідним. Календарний вік (КВ) є загальновживаним показником старіння. Однак тривалість життя може суттєво відрізнятися у людей з подібним КВ внаслідок різноманіття генетичних та епігенетичних факторів. Так як КВ не є оптимальним показником процесів старіння, поширеними є так звані годинників старіння та розрахунок біологічного віку (БВ). Зазвичай оцінка БВ дозволяє краще передбачити виникнення та перебіг захворювань порівняно з КВ. Більшість годинників старіння беруть за основу КВ (частина безпосередньо включають КВ в якості маркеру старіння, інші використовують КВ для порівняння) або ризик смертності. Найбільш відомими та точними вважають епігенетичні годинники Ханнума та Хорварта (Horvath et al, 2013) на основі даних метилювання ДНК. Проте такі методи внаслідок надзвичайно високої вартості не можуть бути використані в рутинній практиці лікаря. Більш доступні методи мають ряд недоліків: обмежені окремою віковою категорією пацієнтів або наявністю певних порушень, або досліджувалися на невеликій групі пацієнтів тощо. Метою нашого дослідження стала оцінка нової формули розрахунку БВ у пацієнтів з АГ у поєднанні з СГ.

Матеріали і методи. У дослідження були включені 132 пацієнта середнім віком 47,1 [39,7; 54,0] років (жінки склали 56,8%, n = 75) і розділені на 3 групи: перша – контрольна група (n = 26), друга включала пацієнтів з АГ (n = 45), третя – пацієнти з АГ у поєднанні з СГ (n = 61). Всім пацієнтам були визначені стандартні біохімічні показники за рутинною методикою. Вміст у сироватці крові тиротропного гормону (ТТГ), трийодтироніну вільного, тироксину вільного визначали імуноферментним методом. Вміст загальних гідропероксидів (ЗГП) визначали колориметричним методом. Для створення нової формули БВ (БВ1) була модифікована формула розрахунку БВ за методом Пінхасова та Горєлкіна та додадано підвищення рівня ТТГ та ЗГП. Ці показники було обрано внаслідок їх суттєвого впливу на формування кардіометаболічних порушень та перебіг АГ за даними нашого дослідження [1]. ЗГП як маркер оксидативних процесів, які грають важливу роль не тільки в патогенезі АГ та СГ, але у процесах старіння, не тільки був пов’язаний з темпами старіння, але й не мав зв’язку з КВ, що збільшує ефективність його використання для оцінки саме БВ та урахування його розбіжностей з КВ [2]. Для порівняння всім пацієнтам додатково було розрахувано БВ за трьома різними методами: за даними об’єктивного обстеження (Войтенко В.П. та ін., 1989) (БВ2), за антропометричними даними (Горєлкіна О.Г., Пінхасова Б.Б, 2010) (БВ3) та розрахунок фенотипічного віку (Левін та ін., 2018) (БВ4). Всім пацієнтам було обчислено різницю між КВ та БВ (дельта БВ) відповідно до кожного методу.

Статистична обробка результатів була виконана за допомогою пакета даних IBM SPSS Statistics 26 з використанням непараметричного критерію U Манна-Уїтні. Результати представлені у вигляді медіани, нижнього і верхнього квартилей – Me [Q1; Q3].

Результати. Аналіз досліджуваних параметрів показав, що отриманий БВ1 та дельта1 достовірно відрізняється між контрольною та іншими групами, та між групами пацієнтів з АГ та з/без СГ (таблиця 1). Звертає увагу, що достовірна різниця між другою та третьою групами у темпах старіння була помітна тільки при використанні нашого методу та розрахунку фенотипічного віку. Загалом на тлі відсутньої різниці між пацієнтами у КВ спостерігалося значне прискорення темпів старіння у всіх пацієнтів з АГ порівняно з контрольною групою та тенденція до збільшення швидкості старіння з приєднанням СГ до наявної АГ.

Таблиця 1. – Характеристика темпів старіння у пацієнтів контрольної групи, з АГ та з АГ у поєднанні з СГ.

Параметри	**Контрольна група**	**Пацієнти з АГ**	**Пацієнти з АГ та**	**p**
КВ, роки	45,7 [33,6; 51,2]	47,6 [39,9; 54,7]	47,3 [40,4; 55,0]	>0,05
БВ1, роки	34,5 [30,8; 38,8]	43,4 [36,3; 48,9]	50,3 [41,3; 56,8]	$0,0001^{1,2}$ $0,006^{3}$
δ1, роки	-9,7 [-12,4; -4,3]	-4,3 [-7,4;1,4]	1,3 [-2,0; 7,7]	$0,001^{1}$ $0,0001^{2,3}$
БВ2, роки	38,0 [34,4; 41,4]	48,1 [41,8; 51,9]	45,6 [38,2; 51,5]	$0,0001^{1,2}$
δ2, роки	-6,0 [-9,1; -2,0]	1,4 [-3,7; 5,3]	0,1 [-5,1; 4,0]	$0,0001^{1,2}$
БВ3, роки	38,9 [33,4; 42,8]	46,1 [41,3; 51,3]	46,8 [42,4; 54,1]	$0,0001^{1,2}$
δ3, роки	-5,3 [-8,9;-0,5]	0,7 [-5,0; 3,6]	0,7 [-1,3; 2,9]	$0,0001^{1,2}$
БВ4, роки	34,0 [26,8; 44,4]	43,8 [37,5; 51,7]	46,8 [40,2; 53,3]	$0,003^{1}$ $0,000^{2}$
δ4, роки	-7,6 [-11,5; -3,5]	-3,2 [-6,6; -0,5]	-0,8 [-3,3; 2,1]	$0,001^{1}$ $0,0001^{2,}$ $0,003^{3}$

Примітки: [1] – між групами 1 та 2; [2] – між групами 1 та 3; [3] – між групами 2 та 3.

Аналіз наявних порушень ліпідного профілю серед пацієнтів АГ (другої та третьої групи) показав, що пацієнти з гіперхолестеринемією мали достовірно вищий БВ4 (p=0,039), а гіпертригліцеридемія супроводжувалася більшими БВ1 (p=0,001), БВ2 (p=0,001), БВ3 (p=0,004), БВ4 (p=0,020). Цікаво, що достовірне прискорення темпів старіння у пацієнтів з гіпертригліцеридемією спостерігалося тільки за δ1 (p=0,023) та δ4 (p=0,024). У пацієнтів з АГ та підвищеним рівнем холестерину ліпопротеїдів дуже низької щільності також спостерігалися вищі БВ1 (p=0,023), δ1 (p=0,0001), БВ2 (p=0,024), δ3 (p=0,024), δ4 (p=0,022). Достовірно вищі БВ1 (p=0,009), БВ4 (p=0,002) та КВ (p=0,003) спостерігалися у пацієнтів з порушенням швидкості клубочкової фільтрації, що не відповідало уповільненню темпів старіння за δ3 (p=0,0001) і тому додатково свідчило на користь використання нової створеної формули. Підвищення рівня аланінамінотрансферази у досліджуваних пацієнтів також супроводжувалося прискоренням темпів старіння, а саме збільшенням δ1 (p=0,001), δ3 (p=0,017), δ4 (p=0,032), а також збільшенням БВ1 (p=0,005). Збільшення індексу інсулінорезистентності (HOMA-IR) супроводжувалося у пацієнтів з АГ тільки збільшенням δ1 (p=0,001) та δ4 (p=0,001).

Висновки. Отримані дані показали, що створена формула для розрахунку БВ з урахуванням таких показників як вік, стать, антропометричні параметри, рівень ТТГ та ЗГП краще відображає різницю у темпах старіння між пацієнтами з АГ та пацієнтами з поєднаним перебігом АГ та СГ. Окрім того, нами було показано, що власний спосіб оцінки темпів старіння є найбільш ефективним для подальшого своєчасного втручання щодо уповільнення старіння у хворих з АГ та СГ, адже краще відображає наявні метаболічні порушення.

Перелік посилань:

1. Radchenko A. O., Kolesnikova O. V. Assessment of oxidative status and inflammation in patients with arterial hypertension and subclinical hypothyroidism and their relationship to aging rates. *Український терапевтичний журнал*. 2021. T.2.P. 21-26.

2. Radchenko A. O., Kolesnikova O. V. Factors affecting blood pressure in patients with arterial hypertension and subclinical hypothyroidism. *Arterial Hypertension*. 2021. 25(3):127-134.

УДК [616.379-008.64:616.127-005.8]-037-078:57.083.3

РОЛЬ CTRP 3 У РОЗВИТКУ РАННІХ УСКЛАДНЕНЬ ГОСТРОГО ІНФАРКТУ МІОКАРДА У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПА

М. Ю. Котелюх
Харківський національний медичний університет
E-mail: koteliukh@gmail.com

The author studied the effect of CTRP 3 on the occurrence early complications of acute myocardial infarction in patients with type 2 diabetes mellitus. The accuracy of the model was 93,2%.

Вступ. C1q/TNF – зв'язуючий білок 3 (CTRP3) – це новий регуляторний білок, який бере участь в підтримці вуглеводного, ліпідного обмінів та володіє кардіопротекторними властивостями [1]. Низькі рівні CTRP3 асоціюється із розвитком гострого інфаркту міокарда (ГІМ) та наявністю цукрового діабету (ЦД) 2 типу [1, 2]. Було визначено, що CTRP3 може впливати на розвиток ранніх ускладнень ГІМ [3]. Незважаючи на це, роль CTRP3 у розвитку виникнення ранніх ускладнень ГІМ у хворих на ЦД 2 типу не вивчалася.

Мета – вивчення CTRP3 при виникненні ранніх ускладнень ГІМ у хворих на ЦД 2 типу.

Методи. У дослідженні обстежено 74 хворих з ГІМ та ЦД 2 типу, які перебували на стаціонарному лікуванні в ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т. Малої НАМН України» та Харківської клінічної лікарні на залізничному транспорті №1. Імуноферментним методом визначали вміст CTRP3 за допомогою набору реагенту «Human CTRP3» (Aviscera Bioscience Inc, Santa Clara, США). Для побудови моделі прогнозування ранніх ускладнень ГІМ у пацієнтів із ЦД 2 типу застосовувалася бінарна логістична регресія.

Результати та обговорення. Було визначено низький вміст CTRP 3 на 1 добу у пацієнтів із ГІМ та ЦД 2 типу. Найвагомішими показниками для побудови моделі були: CTRP3, частота дихальних рухів (ЧДР), ІМТ, частота серцевих скорочень (ЧСС). За допомогою бінарної логістичної регресії була отримана математична модель для визначення ймовірності розвитку ранніх ускладнень (Р) у пацієнтів із ГІМ та ЦД 2 типу:

$$P = [1+ \exp(- (0{,}030 \times \text{CTRP3 (нг/мл)} + 1{,}414 \times \text{ЧДР (в хвилину)} + 0{,}322 \times \text{ІМТ (кг/м2)} + 0{,}091 \times \text{ЧСС (ударів в хвилину)} - 50{,}800))]^{-1}.$$

Було отримано модель із чутливістю 84,6% та специфічністю 97,9%. Модель дала AUC для прогнозування ранніх ускладнень ГІМ у пацієнтів із ЦД 2 типу – 0,962 і мала точність діагностики – 93,2%.

Висновки. Отже, ідентифікація пацієнтів із високим ризиком розвитку ранніх ускладнень ГІМ під час госпіталізації є надзвичайно важливою, оскільки застосування цілеспрямованого терапевтичного лікування на ранніх етапах розвитку ранніх ускладнень ГІМ сприятиме покращенню короткотривалого та віддаленного прогнозу.

Перелік посилань:

1. Choi KM., Hwang SY., Hong HC. et al. Implications of C1q/TNF-related protein-3 (CTRP-3) and progranulin in patients with acute coronary syndrome and stable angina pectoris // Cardiovasc. Diabetol. 2014. Vol. 13. P. 14. Дата оновлення: 28.09.2021. https://doi.org/10.1186/1475-2840-13-14 (дата звернення: 29.09.2021).

2. Lianga W., Ye DD. The potential of adipokines as biomarkers and therapeutic agents for vascular complications in type 2 diabetes mellitus // Cytokine Growth Factor Rev. 2019. Vol. 48. P. 32-39. Дата оновлення: 28.09.2021. https://doi.org/10.1016/j.cytogfr.2019.06.002 (дата звернення: 29.09.2021).

3. Yildirim A., Sumbul HE., Koca H. et al. Complement c1q/tumor necrosis factor-related protein-3 (CTRP3) is significantly decreased in patients with heart failure and closely related with ventricular tachycardia // Acta Cardiologica Sinica. 2021. Vol. 37. P. 278-285. Дата оновлення: 28.09.2021. https://doi.org/10.6515/ACS.202105_37(3).20201019B (дата звернення: 29.09.2021).

УДК 617-089

МОДЕЛЮЮЧІ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН У ВЛАСТИВОСТЯХ ІНТРАОКУЛЯРНОЇ РІДИНИ ПІД ЧАС ТАМПОНАДИ ВІТРЕАЛЬНОЇ ПОРОЖНИНИ

О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: alexina555@gmail.com

Treatment and precise diagnosis of ophthalmic diseases are extremely important and urgent tasks in the contemporary digitalized space. The research was devoted to the in vitro study of the model system «irrigation balanced salt solution BSS − H_2O» behavior with the aim to improve treatment, rehabilitation and prevention measures for patients with ophthalmic diseases. The obtained results can be used to predict possible changes in the characteristics of irrigation BSS during its long stay in the patient's eye.

Вступ. У сучасному діджиталізованому просторі лікування й прецизійна діагностика офтальмологічних хвороб є надзвичайно важливими й актуальними завданнями. Це стосується й хірургічних втручань, зокрема, лікування вітреоретинальних патологій. Отже, фізико-хімічне моделювання процесів, які можуть призводити до змін характеристик інтраокулярної рідини, представляє практичний інтерес для офтальмології. Це тим більш важливо, оскільки відомо, що одним з недоліків тампонади вітреальної порожнини (ТВП), наприклад силіконовою олією, є зміна фізико-хімічних характеристик і емульгація олії, особливо при тривалій тампонаді або через невиконання пацієнтом вимог лікаря. Це, у свою чергу, спричинює розвиток вторинної глаукоми, контактної кератопатії, інших ускладнень тощо [2, 3].

Основна частина. У роботі досліджувалась поведінка модельних систем виду BSS−H_2O (де BSS − збалансований іригаційний сольовий розчин). Вивчали зміни у таких характеристиках, як густина, в'язкість (динамічна, кінематична), поверхневий натяг та оптичні властивості модельних систем. У дослідженні застосовувались BSS фірм "Alcon Laboratories Inc.", "Bausch & Lomb Inc.", "Carl Zeiss Meditec AG". Метод фізико-хімічного моделювання був реалізований in vitro; враховано, що досліджувані іригаційні розчини є ізотонічними до внутрішньоочної рідини [1].

Модельні системи готували перед аналізом, використовуючи бідистилят. Густину систем BSS−H_2O визначали пікнометрично; кінематичну в'язкість − за допомогою віскозиметра Оствальда, поверхневий натяг − використовуючи сталагмометричний метод.

Для вивчення оптичних властивостей модельних систем використовували метод рефрактометрії. Усі досліди проводили за температури 20,00±0,05 ^{0}C, атмосферному тиску 101,3 кПа; було враховано поправку на втрату ваги тіл у повітрі. Пікнометр, віскозиметр і сталагмометр калібрували бідистилятом; проводили статистичну обробку результатів дослідження. Визначали деякі додаткові реологічні характеристики, зокрема, відносну і питому в'язкості.

Отримані в експерименті дані піддавались математичній обробці за допомогою спеціально створеної програми (мова програмування *C++*). При приготуванні модельних систем хімічної взаємодії між досліджуваними компонентами виявлено не було.

Побудовані апроксимаційні моделі (лінійна − для густини і показника заломлення системи, поліноміальні − для інших характеристик) показали свою адекватність високими значеннями коефіцієнтів детермінації (R^2~0,9), а також перевіркою отриманих коефіцієнтів кореляції r на значущість (α=5 %) за критерієм Стьюдента. У дослідженні було також встановлено, що фізико-хімічні параметри модельних систем незначно змінюються при використанні BSS різних виробників.

Висновок. Отже, отримані в експерименті апроксимаційні математичні моделі можуть бути застосовані для прогнозування можливих змін у фізико-хімічних характеристиках іригаційних розчинів при їх перебуванні в оці пацієнта, а також для розробки реабілітаційних та/або лікувальних заходів. Тобто імітаційне фізико-хімічне моделювання має значні перспективи, оскільки надає змогу in vitro дослідити зміни у характеристиках інтраокулярної рідини (біологічної водної фази) хворих на офтальмологічні захворювання, спричинені, наприклад, впливом тампонуючих речовин, метаболітів тощо.

Перелік посилань:

1. АО "МОНОЛИТ". Сбалансированный солевой раствор BSS торговой марки Bauch+Lomb. –

URL: https://monolit-med.ru/bss_bausch_lomb.html (дата звернення 12.04.2021 р.).

2. Захаров В. Д., Барабаш Н. С., Соломин В. А., Саидова Р. Д. Новый комбинированный метод лечения вторичной глаукомы, вызванной эмульгацией силиконового масла. *Вестн. ВолгГМУ.* 2014. Вып. 52, № 4. С. 124−127.

3. Krepler K., Mozaffarich M., Biowki K. et al. Cataract surgery and silicone oil removal: visual outcome and complication in a combined vs. two step surgical approach. *Retina.* 2003. Vol. 23, N 5. P. 647−653.

УДК 616.74

ВПЛИВ ДОЗОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬНОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ ТОЧКИ

С. М. Куліш, Ю. А. Волошин, І. С. Водоріз
Національний аерокосмічний університет ім.. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
61070, м.Харків, вул. Чкалова 17
E-mail: y.voloshyn@khai.edu

Experimental analysis of the influence of dose load of information-wave radiation on biologically active points showed that the application therapy should be carried out by changing the electromagnetic field. BAT of human skin shows a biosensory response to the effects of broadband electromagnetic radiation of ultra-low intensity in terms of power spectral density.

Інформаційно-хвильові технології (ІХТ) – це технології профілактики і лікування хвороб впливом широкосмугових електромагнітних випромінювань наднизької інтенсивності, співрозмірного випромінюванню самих біологічних об'єктів (БО) [1, 2].

Для втілення ІХТ в клінічну практику необхідно оптимізувати діючі фізичні фактори впливу на БО. В першу чергу це відноситься до широкосмугового електромагнітного впливу зі спектром моделюючого випромінювання живих клітин при спектральній щільності потужності шуму біля $10^{-15}…10^{-25}$ Вт/см^{2}Гц в діапазоні частот 60…100 ГГц. Іншим суттєвим фактором, визначаючим біологічні реакції є шумоподібність (випадковість хаотичність) формуючого спектру коливань.

Відомим апаратним рішенням отримання випромінювання з зазначеними характеристиками запропоновано використати імпульсний газовий розряд в хвилевідній системі [2, 3].

Компонента випромінювання, обумовлена фізичними процесами в плазмі, є уже по фізичній суті шумоподібною. Шумоподібність коливань, збуджених імпульсним струмом, частково забезпечується флуктуаціями параметрів іскрового розряду. Це дозволяє вважати, що проходження спектральних складових лінійного спектру на частотній вісі та їх амплітуда мають флуактаційний характер.

Проте застосування ІХТ в біології та медицині може бути ефективним лише при оптимальному поєднанні біотропних параметрів радіоімпульсного електромагнітного інформаційного випромінювання (частка слідування імпульсів, шпаруватість, потужність, експозиція) [4].

В той же час, аналіз літературних джерел показує, що в них недостатньо вивчено питання створення моделей, здібних дати опис процесів в терапії БО, відсутня методологія визначення чисельних значень біотропних параметрів радіоімпульсного випромінювання та відсутня перевірка за допомогою експериментальних даних

Таким чином, дослідження і розробка радіоімпульсної електромагнітної терапії і електричних засобів для терапії є актуальним завданням.

В основі наших досліджень радіоелектромагнітного впливу на БО лежать резонансні явища, міра прояву яких залежить від організації опромінювання біологічно активних точок (БАТ) БО і умов їх застосування. Процес взаємодії радіоімпульсного випромінювання з БО розглянута на моделі БАТ шкірного покриву. Для вирішення задачі прийнято циліндричну систему координат (x,y,z) з віссю z , що співпадає з віссю циліндра і початком координат в точці 0, що знаходиться на нижній межі БАТ.

Дію випромінювання на БАТ і припущеннями довжина хвилі короткохвильового частотного випромінювання значно перевищує геометричні розміри БАТ, матеріальні параметри (діелектрична проникність, модель БАТ) плоскопаралельної структури не залежать від координати y.

В результаті взаємодії електромагнітного поля з БАТ виникає поле з такою ж поляризацією, як і збуджене поле, і воно задовольняє рівняння Максвелла і є нестаціонарною задачею дифракції. За допомогою комплексних амплітуд задачу можна звести до задачі дифракцій для електромагнітного поля залежно від часу. В силу принципу суперпозиції рішення задачі дифракції може бути отримане як суперпозиція рішення задач з полями збудженними із використанням методу комплексних амплітуд достатньо вирішити три задачі дифракції з різними полями збудження.

Для рішення задачі дифракції було застосовано метод об'ємних інтерактивних рівнянь, який дозволив отримати вираз для усереднення напруженості поля, як функцію параметрів радіоімпульсу і середовища, що заповнює циліндр(біотканина).

За результатами моделювання вплив електромагнітного поля на БАТ було проведено розрахунки основних параметрів імпульсного інформаційної електромагнітного випромінювання. для розрахунків були використані дані взяті з літературних джерел [2]:

- спектральна щільність потужності – 10^{-25}Вт/см^{2}Гц на частоті 60-70 ГГц,
- інтенсивність випромінювання - 10^{-15}…10^{-18} Вт/см^2,
- середня потужність випромінювання – 50 мВт,
- тривалість імпульсу – 1 мкс.

Для цих значень було отримано, що час вливу (величина експозиції) електромагнітного випромінювання на БАТ складає 5 хвилин. Така величина експозиції свідчить про сенсорну реакцію БО і зміну електропровідності БАТ, яка буде залежити від величини дозового навантаження випромінювання.

Для перевірки отриманих даних за результатами моделювання були проведені експериментальні дослідження реакції БАТ на дозоване навантаження при участі в експериментах 8 добровольців 23 років чоловічої статі. В стабільному фізіологічному стані тривалість пробного дозового впливу випромінювання високої інтенсивності з спектральної щільності потужності 10^{-25}…10^{-19} Вт/см^{2}Гц. Вимірювання параметрів БАТ після впливу випромінювання проводилось впродовж 5 хвилин. Для вимірювання фізичних характеристик БАТ було використано засоби і методи, які застосовуються для електропунтурної діагностики [5]. В якості апаратного засобу для вимірювання електрофізичних характеристик БАТ застосовано апарат «Прогноз».

Для визначення біотропних параметрів електромагнітного випромінювання, що викликають терапію БО, слід використовувати запропоновану модель БАТ. Експериментальний аналіз показав, що терапію застосування БАТ слід проводити електромагнітним полем в діапазоні змін параметрів. БАТ шкірного покрову людини проявляє біосенсорну реакцію на вплив широкосмугового електромагнітного випромінювання наднизької інтенсивності за величиною спектральної щільності потужності. Зміна електропровідності БАТ залежить від величини дозового навантаження. Виявлення загальної тенденції зміни електропровідності вибраних груп БАТ свідчать про те, що стан цих БАТ приводиться до норми при оптимальній тривалості впливу – 5 хвилин.

Перелік посилань:

1. Колбун Н.Д. Проблема биоинформационных взаимодействий: миллиметровый диапазон волн / Н.Д.Колбун, В.Е. Лобарев. // Кибернетика и вычислительная техника. 1988. – Вып. 78. – С. 94-99.

2. Генерирование электромагнитного излучения сверх слабой интенсивности для медицинского применения / С.Н. Кулиш, В.П. Олейник, В.В. Литвин, Аль Отти Сами // Радиотехника: Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. 2008. Вып. 154. – С.138 – 142.

3. Бецкий О. В. Стохастический резонанс и проблема воздействия слабых сигналов на биологические системы / О. В. Бецкий, Н. Н. Лебедева, Т. И. Котровская // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2002. - №3 (27). - С.3-11.

4. Popriadukhin, V., Popova, I., Kosulina, N., Cherenkov, A., & Chorna, M. (2017). Analysis of the electromagnetic field of multilayered biological objects for their irradiation in a waveguide system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(5 (90), 58–65.

5. Моделирование параметров излучателя на несимметричных волнах в круглом диэлектрическом волноводе / В.В. Литвин, Н.Д. Колбун, С.Н. Кулиш, В.П. Олейник, Аль Отти Сами // Радіоелектронні і комп'ютерні системи: Науково-технічний журнал – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т „Харьк. авиац. ин-т", 2009, №1 (35). – С. 23 – 35.

УДК 612.216.1+004.89

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЧАСУ ТА ПРОСТОРУ ПОШИРЕННЯ ЕПІДЕМІЇ COVID-2019 В УКРАЇНІ

Ло Иян [1,2], В. І. Луценко [1, 3], С. М. Шульга [2], К. І. Попова [1, 4], М. Ф. Бабаков[1, 3]
[1] Інститут радіофізики і електроніки ім. А. Я. Усикова НАНУ,
[2] Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
[3] Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»
[4] Комунальний заклад «Центр позашкільної освіти «Вектор» Харківської міської ради»
E-mail: yiyangluo@163.com

This work used the geographic information system (GIS) to describe and analyze the spatial -temproal situation of the spread of COVID-2019 in Ukraine. From the point of view of spatial -temproal geography, we analyzed the distribution of covid-2019 in various regions of Ukraine, that is, its temporal sequence and spatial distribution. And based on the results, we put forward some effective suggestions to help people and the government deal with COVID-2019.

Вступ. Коронавірусних хвороба 2019 (COVID-19) - це інфекційне захворювання, що викликається вірусом SARS-CoV-2 і його варіантами. З 3 березня 2020 року по 29 вересня 2021 року загальна кількість захворювань новою коронавірусною інфекцією в Україні склала 2411622 особи, загальна кількість одужалих - 2 251 352 особи, кількість померлих - 56 080, а кількість існуючих пацієнтів - 104 190 осіб [1]. Умови розповсюдження COVID-2019 легко досяжні і випадкові. Коли інфікована людина кашляє, чхає, каже, співає або глибоко дихає, крихітні частинки рідини виділяються з рота або носа, викликаючи поширення вірусу. Ці рідкі частинки варіюються від більших «дихальних капель» до більш дрібних «аерозолів», і їх важко вловити і запобігти. Ця пандемія принесла величезні втрати і травми людям і країні. Наша робота спрямована на використання наукових методів і засобів для аналізу поширення пандемії COVID-2019 в Україні, щоб допомогти людям і уряду краще розуміти і приймати рішення.

1. Методи дослідження і дані. Географічні інформаційні технології дозволяють людям краще розуміти світ і сприяти розвитку людської цивілізації. У 19 столітті британський лікар Джон Сноу намалював карту холери, показавши, що холера поширюється через забруднену питну воду. Уряд прийняв відповідні заходи для ефективного контролю над епідемією [2]. У цій статті ми також звертаємося до його ідей, використовуємо існуючі дані з відкритих джерел [1, 3] і використовуємо спрощені методи аналізу GIS для картування поширення Covid-2019 в Україні, яке значно прискорилося з серпня 2020 року. На підставі щоденних даних про кількість нових випадків інфікування визначається статус кожної держави в Україні, а епідемія ділиться на дві хвилі. Використовуючи максимальну кількість нових інфекцій в день, можна визначити, чи досягла область піку цієї хвилі епідемій (тобто вірус максимально поширився), а потім намалювати хронологічну карту всіх областей для двох хвиль епідемій в Україні.

2. Результати та аналіз. Використовуючи описаний вище метод, ми зібрали інформацію про найбільшу кількість нових інфекцій на день у кожній області України в табл.1., та намалювали часову послідовність і просторову карту поширення двох хвиль епідемій в Україні, як показано на рис.1a і рис.1b. У таблицях та на малюнках ми використовуємо уніфіковану інформацію про колір для опису часової послідовності піків у різних областях України. Очевидно поширення двох хвиль Covid-2019 відбувається поетапно у часі та просторі. Різні етапи можна розділити за часом, щоб проаналізувати ситуацію в різних областях України. Збуджені закордонними джерелами епідемії, обидві хвилі спочатку виникли в західному регіоні, а потім сконцентрувались в центральній та південно-східній частинах України. Аналогічний підхід може використовуватись і для визначення просторово-часового поширення пандемії і по країнам світу.

Таблиця 1 – Час та кількість найбільших щоденних нових інфекцій у різних областях України двох хвиль поширення COVID-2019.

Перша хвиля			Друга хвиля		
Назва країни/області/міста	дата	Кількість інфекцій щодня	Назва країни/області/міста	дата	Кількість інфекцій щодня
1	2	3	4	5	6
Терн. область	2020/09/20	338	Івано-Фран. область	2021/03/04	725
Харківська область	2020/11/08	862	Зак. область	2021/03/08	546

Продовження табл.1.

1	2	3	4	5	6
Зак. область	2020/11/12	374	Чернів. область	2021/03/16	543
Хмел. область	2020/11/13	502	Жит. область	2021/03/18	856
Рівненська область	2020/11/15	457	Вінницька область	2021/03/22	768
Чернів. область	2020/11/21	446	Одеська область	2021/04/02	1608
Жит. область	2020/11/21	581	Сумська область	2021/04/07	624
Волинська область	2020/11/23	418	Країна Україна	2021/04/08	16157
Київська область	2020/11/26	985	Місто Київ	2021/04/08	1886
Одеська область	2020/11/28	1350	Харківська область	2021/04/08	1261
Сумська область	2020/11/28	824	Хмел. область	2021/04/08	917
Країна Україна	2020/11/29	14270	Терн. область	2021/04/08	601
Вінницька область	2020/11/29	280	Львівська область	2021/04/08	1234
Дніпр. область	2020/11/30	1305	Рівненська область	2021/04/08	544
Запорізька область	2020/11/30	919	Київська область	2021/04/09	1002
Львівська область	2020/12/01	692	Черніг. область	2021/04/09	455
Мик. область	2020/12/01	463	Черкаська область	2021/04/10	682
Івано-Фран. область	2020/12/01	599	Дніпр. область	2021/04/12	1145
Кіров. область	2020/12/06	167	Херсонська область	2021/04/12	289
Полтавська область	2020/12/09	562	Волинська область	2021/04/13	390
Херсонська область	2020/12/09	310	Полтавська область	2021/04/14	640
Місто Київ	2020/12/10	1899	Донецька область	2021/04/14	803
Донецька область	2020/12/12	560	Запорізька область	2021/04/15	653
Луганська область	2020/12/26	181	Луганська область	2021/04/16	219
Черкаська область	2020/12/27	709	Мик. область	2021/04/19	420
Черніг. область	2020/12/27	565	Кіров. область	2021/04/28	187

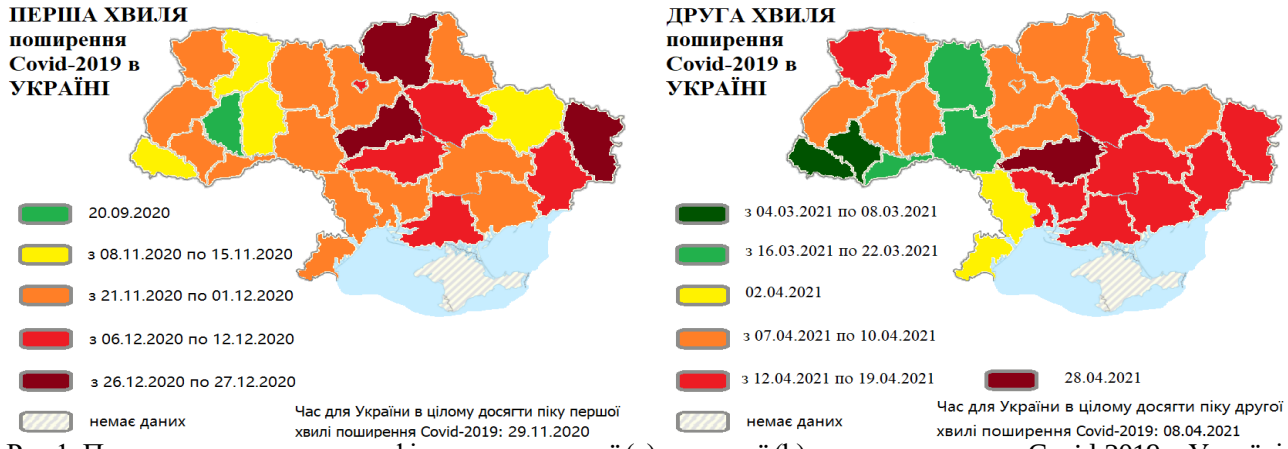


Рис.1. Просторово-часова географічна карта першої (a) та другої (b) хвиль поширення Covid-2019 в Україні

Висновки. Аналіз епідемічної ситуації в Україні за допомогою GIS є дуже ефективним і дозволяє побачити просторово - часовий стан поширення епідемії, а також вплив вітчизняного та закордонного перебігу епідемії Covid -2019 на її поширення в Україні.

Перелік посилань:

1. Коронавірус в Україні – Статистика [29.09.2021] https: //index.minfin.com.ua/ua/reference/coronavirus/ukraine/.

2. Brody H, Rip M R, Vinten-Johansen P, et al. MapMaking and Myth-Making in Broad Street：The London Cholera Epidemic，1854［J］. The Lancet，2000，356（9 223）：64-68.

3. JHU CSSE COVID-19 Data https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19.

УДК 616.381-072.1-089.5-053.9+616.8-009.7:159.9.072

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИБОРУ АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ЛАПАРОСКОПІЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ

М. В. Лоза, Г. М. Страшненко
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
61070, Харків, вул. Чкалова, 17, кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
E-mail: h.strashnenko@khai.edu

The paper considers the method of selection of anesthesia in laparoscopic surgery using CHAID. The proposed method allows to determine which of the types of anesthesia is optimal for laparoscopic cholecystectomy.

Вступ. У сучасному лікуванні та діагностиці хірургічних хвороб все більшу популярність завойовують так звані «неінвазивні» хірургічні методи діагностики та оперативного лікування. Одним з таких видів операцій є холецистектомія з використанням лапароскопічної техніки. В останні роки лапароскопічна холецистектомія (ЛХЕ) знайшла широке застосування в абдомінальній хірургії, і з кожним роком її популярність все збільшується. Досвід лапароскопічних холецистектомій у зарубіжних та вітчизняних клініках в наші дні налічує сотні тисяч спостережень. Технічні деталі видалення жовчного міхура можна вважати в даний час, в основному, вирішеними, і сьогодні хірурги одностайно оцінюють лапароскопічну холецистектомію, при певних умовах, як операцію вибору при жовчнокам'яній хворобі.

Сучасні вимоги до анестезіологічного забезпечення при лапароскопічній холецистектомії полягають не тільки в можливості періопераційного знеболення, але й у запобіганні ймовірних ускладнень і несприятливих ефектів, пов’язаних із хірургічним стресом [1]. Будь-яке хірургічне втручання, від малоінвазивних до великих операцій, супроводжується пошкодженням тканин, крововтратою, вираженою хірургічною стрес-відповіддю та післяопераційним больовим синдромом [2].

Необхідність вибору найбільш безпечних методів анестезії при лапароскопічній операції супроводжується необхідністю обробки та аналізу великої кількості динамічної інформації про стан пацієнта і, як наслідок, вимагає впровадження спеціальних засобів в роботу анестезіологів.

Метою даної роботи є розробка методу вибору анестезіологічного забезпечення при лапароскопічній операції.

Результати. Концепція розробленого методу вибору анестезіологічного забезпечення при абдомінальному розродженні базується на реалізації наступних етапів.

На першому етапі відбувається опис даної задачі прийняття рішення для вибору виду анестезії при лапароскопічній холецистектомії. Здійснюється описовий аналіз даних та визначення необхідного обсягу вибірки. Для розробки методу вибору анестезіологічного забезпечення був досліджений 101 пацієнт. 52 пацієнтам було призначено інгаляційний варіант анестезії, а 49 пацієнтів отримували ТВА на основі пропофолу.

Для вирішення завдання багатокритеріального аналізу – вибору анестезіологічного забезпечення при лапароскопічній операції – використовували метод класифікації CHAID, метою якого є побудова дерева рішень. Побудоване дерево містить 4 термінальні вершини, або вузли (вершини 5-8), і 5 вирішальних правил. Глибина дерева класифікації становить 3 рівня. Приватними чинниками, що формують розгалуження, виступають: тест Лурія, діастолічний артеріальний тиск, візуально-аналогова шкала болю (ВАШ) та тест оцінки психічного стану MMSE. Провідною детермінантною, що визначає вибір варіанту анестезії, виступає фактор тест Лурія.

Далі оцінюється точність побудованого дерева. Якість класифікаційної моделі, побудованої за допомогою дерева рішень, характеризується двома основними ознаками: точністю розпізнавання та помилкою.

На заключному етапі відбувається формування висновку лікарем-анестезіологом.

Висновки. Розроблено метод вибору анестезіологічного забезпечення при лапароскопічній операції із застосуванням CHAID. Запропонований метод дозволяє визначити, який з видів анестезії є оптимальним для проведення лапароскопічної холецистектомії.

Застосування розробленого методу в абдомінальній хірургії дозволить забезпечити підтримку прийняття рішення в задачі вибору оптимального анестезіологічного забезпечення при лапароскопічній операції, що необхідна практикуючим лікарям-анестезіологам та сприятливо вплине на зниження хірургічних ризиків.

Перелік посилань:

1. Daniels J. Reducing post-laparoscopy shoulder pain: are simple strategies enough? *BJOG*. 2018; 125(11): 1478.

2. Mushtaque M, Kema AR, Khanday SA, Bacha UQ. Difficult laparoscopic cholecystectomy and postoperative requirement of analgesics: An observational study. *Saudi J Laparosc*. 2019; 4: 24-8.

3. Saadati K, Razavi MR, Nazemi Salman D, Izadi S. Postoperative pain relief after laparoscopic cholecystectomy: intraperitoneal sodium bicarbonate versus normal saline. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*. 2016; 9(3): 189-196.

УДК 612. 821:774.4 (218):001.5

ІНФОРМАЦІЙНА ПОЛІХРОМНО-ПРЕФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА АДАПТАЦІЇ ЛЮДИНИ ДО ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВ

Є. В. Моісеєнко, О. К. Лашкул
Національний авіаційний університет МОН України,
Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України
E-mail:moiseyenkoev@gmail.com

The work is devoted to the study of the possibilities of new information and diagnostic technologies for assessing human adaptation to the long-term effects of extreme conditions. The method of color preference is used to diagnose the psychophysiological state of a person in extreme conditions. The information-diagnostic efficiency of assessment of human adaptation to long-term influence of extreme factors is shown.

Вступ. Розробка ефективних інформаційних технологій діагностики для оцінювання психофізіологічної адаптації операторів до дії екстремальних факторів, зокрема у галузі аерокосмічної медицини, є ключовою проблемою системи збереження здоров’я і працездатності фахівців. Відомі способи діагностики психофізіологічного статусу базуються на використанні численних технологій опитувального тестування, реєстрації електричної активності головного мозку (ЕЕГ), серця (ЕКГ), тощо. Такі методи потребують спеціальних умов обстеження, застосування біомедичної техніки і мають ускладнення при інтерпретації результатів, особливо, за умов перебування людини під перманентним впливом комплексу екстремальних факторів. З іншого боку, теперішні досягнення психофізіології кольорового сприйняття у інтерпретації психоемоційних ефектів кольорової стимуляції органу зору, вивченні механізмів біологічної відповіді на поліхромні стимули зорового аналізатора, встановленні напрямів розробки біорегуляційних методів корекції відкривають можливість застосування кольорової преференційної технології для оцінювання і прогнозу психофізіологічного статусу операторів екстремальних умов діяльності, включаючи діагностику початкових асимптомних форм розвитку патології, порушень внаслідок тривалого стресового стану, а також прогнозу перебігу процесів адаптації до комплексного впливу надзвичайної сили факторів середовища, формування трудового колективу з урахуванням показників психологічної сумісності, тощо [1, 2].

Мета. Визначити особливості перебудов психофізіологічного статусу під впливом екстремальних факторів середовища за інформаційними показниками персоніфікованої кольорової преференції та встановити критерії оцінювання адаптації операторів до тривалого впливу комплексу екстремальних факторів середовища.

Методи. У дослідженнях брали участь 28 учасників антарктичної експедиції (чоловіки віком 22-52 років), які обстежувались протягом року у режимі моніторингу. Дослідження виконувались за допомогою електроенцефалографії, пакету психологічних тестів (Оцінювання рівня ситуативної та особистісної тривожності, визначення психологічних характеристик

особистості, тощо), визначення персоніфікованих показників поліхромної преференції (по А. Мадяру) [1]. Математична обробка виконувалась за стандартними методами варіаційної статистики.

Результати досліджень. Робота фахівців в Антарктиці пов'язана з впливом на організм унікального набору незвичайних факторів середовища, а тривале перебування на антарктичній станції, при повній соціальній ізоляції, може порівнюватись з умовами космічного польоту. Тому, для якісного медичного відбору і контролю стану здоров'я учасників антарктичних експедицій та інших категорій фахівців екстремальних умов діяльності, надзвичайно важливою є розробка ефективних технологій діагности та прогнозування з урахуванням результатів досліджень особливостей адаптації операторів до таких умов праці. Під час тривалого перебування фахівців в антарктичних умовах порушується біоритмічна організація психофізіологічних функцій з підвищенням навантаження на центральні механізми регуляції, що може призводити до прискорення виснаження адаптаційних резервів, психоемоційних розладів та виникнення стану хронічного стресу. Тривала експедиційна діяльність супроводжується змінами особистісних психологічних якостей операторів, а також надлишковою експресією окремих характеристик психіки, що підтверджується результатами психологічного та психофізіологічного обстеження. Розвиток тривалого психоемоційного стресу фахівців може призводити до зменшення резервів адаптації на системному, органному, клітинному та субклітинному рівнях функціонування організму [2, 3].

Встановлено, що персоніфіковані показники кольорової преференції мають характерні зміни у залежності від тривалості адаптації і, при цьому, у повній мірі віддзеркалюють стан психофізіологічних адаптаційних перебудов. Окрім того, в ахроматичних умовах середовища визначені закономірності змін кольорової преференції у залежності від пори року, що тісно корелюють із змінами психофізіологічного статусу операторів.

Показано наявність характерних перебудов персоніфікованих показників кольорової преференції у ході розвитку порушень психофізіологічного статусу, включаючи стани депресії і хронічного стресу. У ахроматичних антарктичних умовах визначені практично еталонні ефекти кольорового сприйняття на фоні тривалого кольорового «голодування». Такі результати відкривають можливості неінвазивного дослідження нових показників для поглибленого оцінювання психофізіологічного статусу фахівців на основі залучення програмно-математичних методів обробки та телекомунікаційного транслювання біомедичної інформації з метою оперативного оцінювання особливості варіацій кольорової преференції у залежності від змін психофізіологічного статусу особистості у ході тривалої адаптації до дії екстремальних факторів оточуючого середовища.

Висновки. Встановлена інформаційно-діагностична можливість оцінювання психофізіологічного статусу операторів екстремальних умов діяльності за критеріями персоніфікованих кольорових преференцій та діагностико-прогностична значимість динаміки індивідуальних характеристик кольорової преференції при тривалій фаховій діяльності операторів в екстремальних умовах.

Перелік посилань:

1. Magyar Á., Nemcsics A. Szinpreferencia viszonyok. Budapest. MODUS COLORIS Társadalmi Akadémia, 2011. – 304 p.

2. Moiseyenko Yevhen V, Viktor I Sukhorukov, Georgiy Yu Pyshnov, Iryna M Mankovska, Kateryna V Rozova, Olena A Miroshnychenko, Olena E Kovalevska, Stefan-Arpad Y Madjar, Rostyslav V Bubnov, Anatoliy O Gorbach, Kostiantyn M Danylenko, Olga I Moiseyenko. Antarctica challenges the new horizons in predictive, preventive, personalized medicine: preliminary results and attractive hypothesis for multi-disciplinary prospective studies in the Ukrainian `Akademik Vernadsky` Station EPMA Journal 2016; 7:11. DOI: 10.1186/s13167-016-0060-8 http://epmajournal.biomedcentral.com/.

3. Shylo O., Lutsenko D., Lutsenko O., Babiychuk G., & Moiseyenko Y. Sleep in Antarctica: from the Sleep Disturbances Towards All the Challenges. Problems of Cryobiology and Cryomedicine, 2020. 30(1), 3-23. https://doi.org/10.15407/cryo30.01.003.

УДК 504.75

ЕКОЛОГІЧНА ПРОСВІТА ЯК СПОСІБ ПРОФІЛАКТИКИ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

А. Н. Некос, Г. Д. Паршуков
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
Навчально-науковий інститут екології,
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти
E-mail: parshukov.a18@gmail.com

This work focuses on the important topic of environmental education. Ecologic education and upbringing are the bases of the ecological social prosperity. Because it is education that is the foundation of our future world, on which not only our health or that of our future generations depends, but also the well-being of the entire ecosystem. One of the conditions for the harmony with nature is the population's ecologic competence. Ecologic education must be realized during the whole human life.

Вступ. На межі XX-XXI століть екологічна грамотність населення стала гострою необхідністю, оскільки криза, спричинена науково-технічною революцією, може призвести до світової екологічної катастрофи. Зараз, на жаль, не усі усвідомлюють вплив і вагу екології в нашому світі. Люди не замислюються над тим, яку шкоду вони самі завдають своєму здоров'ю та біосфері. Природа не справляється з антропогенними навантаженнями.

На сьогодні все гостріше перед населенням планети постають взаємопов'язані проблеми екології та охорони здоров'я. Тому одним з найефективніших заходів вирішення цих проблем є впровадження екологічної просвіти для всіх верств населення і , у першу чергу, для дітей і підлітків шкільного віку. Програми екологічної освіти можуть бути створені як для формальної освіти, так і для неформальної (позанавчальної діяльності, а саме у вигляді волонтерської діяльності учнів старших класів, виховних годин тощо).

Результати досліджень. Практичні результати було отримано внаслідок опрацювання інноваційних технологій неформальної екологічної освіти на базі ліцею №1 ім. І. Ю. Рєпіна в малому місті Чугуїв Харківської області. Участь у волонтерській акції було запропоновано підліткам для удосконалення системи збору твердих побутових відходів у місті та, зокрема у межах території ліцею, шляхом їх роздільного збору. Така волонтерська акція була спрямована на формування у школярів екологічної поведінки та екологічної культури, а відповідно і оздоровлення довкілля містечка і стану здоров'я мешканців.

На першому етапі робити було проведено соціологічні дослідження за допомогою інтернету. Для цього було розроблено спеціальну гугл - форму та оприлюднено у мережі. Ліцеїстам різних вікових груп було запропоновано заповнити анкету щодо їх екологічної обізнаності. Аналіз отриманих результатів показав, що більшість учнів стурбовано станом навколишнього середовища, але вони взагалі не знають алгоритма дій, щоб покращити екологічний стан довкілля, яке їх оточує.

ругий етап розпочався підготовкою просвітницької науково-практичної тематичної конференції для всіх бажаючих «Сортування сміття задля повторного використання». У рамках конференції були окреслені джерела локальних і регіональних екологічних проблем, озвучені шляхи оздоровлення малого міста і, як наслідок, створено профільні групи добровольчих волонтерських загонів для проведення екологічних акцій у місті та його околицях. Таким чином, завдання, спрямовані на виявлення екологічної обізнаності ліцеїстів, було частково вирішено і, як наслідок, спрацювала своєрідна інформаційна піраміда, коли отримані знання поширювались самими ж учнями у середовищі ліцею. У рамках просвітницької роботи ліцеїстами було виготовлено агітаційні постери екологічної тематики та проведено конкурс малюнків «Моє сучасне екологічне місто».

Наступний етап еколого- просвітницької волонтерської діяльності був спрямований на формування екологічного мислення та екологічної поведінки учнів ліцею молодших класів. Для цього ліцеїсти старших класів розробили настільну гру-бродилку і так званий лепбук *(«lap»-коліна, «book»-книга*)- це інтерактивна, книга «handmake» для заповнення якої потрібно виконати певні завдання екологічного змісту, провести натурні спостереження на природі, написати невеличке есе про своє місто, визначити екологічні проблеми, які маленький ліцеїст може побачити навколо себе, визначити як це може вплинути на стан його здоров'я та здоров'я близьких і створити презентаційні матеріали або намалювати серію рисунків. Наприклад, на круглому столі школярам було запропоновано обговорити мультимедійний презентаційний малюнок, на якому зображено дівчинку, що здійснює ранкову пробіжку вздовж міського автошляху і визначити як це може вплинути на стан її здоров'я. Дискусія видалася бурхливою!!

І нарешті, четвертий етап екологічної акції був творчого плану і припускав розробку інформаційних буклетів для ліцеїстів 1-11 класів для привернення їх уваги щодо докорінної зміни на екологічно спрямовані погляди дітей та підлітків, що навчаються у ліцеї, та екологічно сумісного ставлення їх до навколишнього середовища.

Висновки. У ході екологічної акції на базі ліцею №1 ім. І. Ю. Рєпіна в малому місті Чугуїв за участю організаційного комітету активістів та волонтерських загонів учнів було проведено низку просвітницьких заходів для учнів 1-11класів: гугл-анкетування, тематична науково-практична конференцій та розробка і створення різних інформаційно- просвітницьких матеріалів для дітей і підлітків. Їм розповіли і показали як створити умови для реалізації системи сортування сміття на території містечка, у тому числі, було установлено на території школи нові тимчасові контейнери для роздільного збору твердих побутових відходів. Завзяття, з яким до екологічної акції долучилась молодь, свідчить, що наступні покоління ліцеїстів підтримуватимуть вектор європейських цінностей щодо екологічно чистого довкілля і, відповідно, гарного стану здоров'я жителів міста.

Перелік посилань:

1. Байцар Р.І. Екологічні аспекти соціальної відповідальності в частині промислових відходів // Матер. IV Міжнар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании». Варна, Болгарія,2008. № 1. С. 59-61.

2. Буряк Н.Б. Проблеми збирання, транспортування та утилізації твердих побутових відходів в Україні // Науковий вісник НЛТУ України, 2012. Вип. 22.5. С. 82-90.

3. Вік С. Сміттєвий безкрай Харківського масштабу: Проблеми ліквідації твердих побутових відходів// Дзеркало тижня. 2003. № 8. С. 15-17.

4. Гігієна та екологія: підручник / Під ред. В.Г. Бардова. Київ, 2006. 780 с.

5. Кондратюк В.А. Загальна гігієна з основами екології / За ред. В.А. Кондратюка. 2003. Тернопіль: Укрмедкнига. 592 с.

УДК 611-018.74:591.41:616.1-06

ДО ПИТАННЯ ПРО ПРОГНОСТИЧНУ РОЛЬ ВАСКУЛОЕНДОТЕЛІАЛЬНОГО ФАКТОРА РОСТУ У ХВОРИХ З КОМОРБІДНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

В. Д. Немцова [1], В. В. Златкіна [1], Г. М. Страшненко [2], О. М. Євтушенко [3], Г. Е. Семятічко [1].
[1]Науково-навчальний медичний інститут Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»,
[2]Національний аерокосмічний університет им. М.Є. Жуковського «Харківский авиаційний Інститут»
[3]Національний фармацевтичний університет, м.Харків
E-mail: valeriyan@ukr.net

The given work is devoted to the improvement of individual prognosis of cardiovascular complications (CVC) formation in patients with combined course of hypertension, type 2 diabetes mellitus and subclinical hypothyroidism. The results of the ROC analysis made it possible to propose the level of vascular endothelial growth factor ≥ 512.31 pg/ml as an identifier for the cardiovascular complications development in patients with studied comorbidity.

Серед серцево-судинних захворювань (ССЗ) показники захворюваності, смертності та інвалідності, особливо які пов'язані з гіпертонічною хворобою (ГХ), продовжують залишатися провідним фактором ризику передчасної смерті та втрати працездатності, вражаючи 26,4% дорослого населення світу [1, 2], а в країнах з низьким економічним рівнем розвитку -39,2% [3]. На даний час спостерігається зростання коморбідності ГХ з ендокринопатіями, наочним, але маловивченим, прикладом якої є поєднання ГХ, цукрового діабету (ЦД) 2 типу та субклінічного гіпотиреозу (СГТ). Для попередження розвитку серцево-судинних подій та їх ускладнень у хворих на поєднаний перебіг ГХ, ЦД 2 типу та СГТ суттєве значення має виявлення ранніх предикторів, до яких можуть бути віднесені маркери ЕД. одним з визнаних біомаркерів дисфункції ендотелію є васкулоендотеліальний фактор росту (ВЕФР, Vascular endothelial growth factor-A), який активується при формуванні атеросклерозу, гіпертонічної хвороби, ЦД 2 типу [4]. Вважається, що виявлення даного показника в

сироватці крові є найбільш раннім маркером розвитку ЕД, коли навіть активне внутрішньосудинне запалення ще не розпочалось.

Мета: визначити прогностичне значення рівнів ВЕФР щодо розвитку серцево-судинних ускладнень (ССУ) у хворих на поєднаний перебіг ГХ,ЦД 2 типу та СГТ.

Матеріали та методи: було відібрано 93 пацієнта з поєднаним перебігом ГХ II стадії, ЦД 2 типу та СГТ. Діагноз ставили згідно існуючих класифікацій [5]. Середній вік хворих склав (57.4±5.2) роки, чоловіків було 62 (66,67%), жінок – 31 (33,33%). Крім загально клінічного обстеження, всім пацієнтам на початку спостереження було проведено комплексне лабораторно-інструментальне дослідження, яке включало показники ліпідного, вуглеводного та тиреоїдного обміну. Ультразвукове дослідження щитовидної залози проводили за стандартною процедурою на апараті «LOGIQ5». Рівень ВЕФР у плазмі крові досліджували імуноферментним методом (ELISA) з використанням набору IBL International Gmbh (Німеччина) на напівавтоматичному імуноаналітичному мікропланшетному аналізаторі "ImmunoChem-2100", HighTechnology, Inc. (США). Період спостереження склав 12 місяців. Наприкінці спостереження всі пацієнти були розділені на дві групи наступним чином: група 1 – пацієнти, у яких за період спостереження не виникло серцево-судинних ускладнень, група 2 – пацієнти, у яких протягом періоду спостереження виникли ускладнення з боку серцево-судинної системи. Для знаходження оптимального порогового значення ВЕФР або точки відсікання (cut-off-value) даного показника як предиктора розвитку ССУ у хворих на поєднаний перебіг ГХ, ЦД 2типу та СГТ був проведений ROC (Receiver operating characteristic)–аналіз. Для проведення даного аналізу використовували комп'ютерну програму SPSS 19.0.

Результати дослідження: За період спостереження у 15 хворих (16,13±3,81%) спостерігали розвиток ССУ (гострий інфаркт міокарду, нестабільну стенокардію, транзіторні ішемічні атаки, порушення мозкового кровообігу, прогресування серцевої недостатності). Для знаходження оптимального порогового значення або точки відсікання (cut-off-value) ВЕФР як предиктора розвитку ССУ у хворих з досліджувальною коморбідністю був проведений ROC-аналіз. Для оцінки якості діагностичної цінності ідентифікатора розвитку ССУ використовується характеристика площі під ROC-кривою AUC (Area Under an ROC Curve). Чим більше показник AUC, тим кращу прогностичну силу має даний предиктор. В цьому дослідженні площа під кривою дорівнює 0,821 ± 0,049, що свідчить про дуже високу якість ідентифікатора розвитку ССУ. У цій роботі в якості оптимальної розглядається точка на ROC-кривої, яка має найбільше значення чутливості (Se) і специфічності (Sp): Cutt-off-value = $\max\left|Se + Sp\right|$. Рівень ВЕФР = 512,31 пг / мл з'явився оптимальним порогом відсікання з максимальними значеннями чутливості (Se) - 84,5% і специфічності (Sp) - 70,2%: при наявності ССУ у хворих з ГХ,ЦД 2 типу та СГТ у 84, 5% спостережень рівень ВЕФР перевищує 512,31 пг / мл, а серед осіб, у яких відсутні ССУ, - у 70,2% випадків ВЕФР був нижче цього рівня. В цьому дослідженні було виявлено, що рівень ВЕФР у хворих, які мали ССУ за період спостереження, був достовірно вище, ніж у тих, хто не мав ССУ (650,76±52,04 пг/мл проти 420,47±21,67 пг/мл, відповідно, $p<0,001$). Крім того, рівень ВЕФР у пацієнтів, у яких протягом періоду спостереження розвинулися ССУ, був статистично достовірно вищим за «cutt-off» значення ВЕФР (650,76 ± 52,04 пг / мл проти 512,31 пг / мл , відповідно, $p=0,038$), а рівень ВЕФР у пацієнтів без ССУ був достовірно нижчим від «cutt-off» значення (420,47 ± 21,67 пг/мл проти 512,31 пг/мл відповідно, $p = 0,047$).

Висновки: Визначення рівня ВЕФР у плазмі крові дозволяє не тільки оцінити ступінь ендотеліальної дисфункції, але й визначити довгостроковий прогноз при поєднаному перебігу ГХ, ЦД 2 типу та СГТ. Виявленні значення ВЕФР, які є суттєвими щодо ризику розвитку серцево–судинних ускладнень, необхідно враховувати при розробці лікувально-профілактичних заходів у цієї когорті пацієнтів.

Перелік посилань:

1. Forouzanfar MH, Alexander L, Bachman VF, Biryukov S, Brauer M, Casey D, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 2 015;386:2287–323.

2. Ілляш МГ, Базика ОЄ, Довганич НВ, Яринкіна ОА, Старшова ОС. Артеріальна гіпертензія та цукровий діабет: сучасні аспекти лікування. Практикуючий лікар. 2016; 5(2): 5-9.

3. Остроумова ОД, Кочетков АИ, Черняева МС. Артериальная гипертензия у пациентов пожилого и старческого возраста в свете новых Европейских рекомендаций 2018 года. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии 2018;14(5):774-784.

4. Захарова НБ, Дурнов ДА, Михайлов ВЮ, Понукалин АН, Никитина ВВ, Занкина ОВ. и др. Диагностическое значение исследования фактора роста эндотелия сосудов в сыворотке крови. Фундаментальные исследования. 2011;11(1):215-220.

5. Floriani C, Gencer B, Collet TH, Rodondi N. Subclinical thyroid dysfunction and cardiovascular diseases: 2016 update. Eur. Heart J. 2018;39:503–507. doi: 10.1093/eurheartj/ehx050.

УДК 616.124:616.126-31:616.379-008.64

ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ РЕМОДЕЛЮВАННЯ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ 2 ТИПУ

А. О. Несен, К. О. Савічева, П. С. Семенових, Т. Д. Щербань, В. Ю. Гальчінська
ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т. Малої НАМН України», м. Харків
проспект Любові Малої 2а, м. Харків, 61039, тел. (096)312-80-36
e-mail: katyusha.savicheva@gmail.com

For the last year, the number of hypertensive patients with diabetes mellitus (DM) has increased significantly. Therefore, the aim of the study was determination of structural parameters of the left ventricle in patients with DM, carriers of different polymorphic variants of the ACE gene. 73 patients with type 2 diabetes DM and 19 healthy persons were examined. Patients with D/D genotype of the ACE gene are likely to have a more severe course of left ventricular hypertrophy, high comorbidity with the risk of arrhythmias, heart failure and stroke, as well as a higher risk of developing lethal vascular complications.

Вступ. Цукровий діабет (ЦД) є важким хронічним захворюванням, поширеність якого продовжує невпинно зростати. Глобальне розповсюдження ЦД і пов'язаних з ним метаболічних розладів призводить до істотного росту діабетичних ускладнень, які значно знижують якість життя і підвищують рівень смертності пацієнтів. Важливу роль у патогенезі макро- та мікросудинних ускладнень відіграє стан локальної гемодинаміки, в регуляції якої приймають участь гени, які кодують такі компоненти ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (РААС), як ангіотензиноген, ангіотензин І-перетворювальний фермент (АПФ) та судинний (1 типу) рецептор ангіотензина ІІ. Ген АПФ (*ACE* - angiotensin I-converting enzyme) є одним з найбільш перспективних напрямів наукового пошуку завдяки асоціації одного з його поліморфних варіантів з рівнем вільного ферменту у сироватці крові, а також через доведену високу ефективність препаратів групи інгібіторів АПФ у даної категорії хворих.

Гіпертрофія лівого шлуночка (ГЛШ) – це патологічний стан, який характеризується аномальним збільшенням маси ЛШ та тісно пов'язане з розвитком інших серцево-судинних захврювань та фатальних серцево-судинних ускладнень (ССУ), а саме ішемічною хворобою серця [1], серцевою недостатністю [2], гострим порушенням мозкового кровообігу [3] та ураженням периферичних артерій [4]. Патогенез ГЛШ є складним та має тісний зв'язок з РААС. Відомо, що ангіотензин ІІ має трофічну дію та сприяє розвитку гіпертрофії міокарда. За даними літератури, традиційно виділяють концентричну та ексцентричну ГЛШ. Тип геометрії ЛШ є важливим індикатором розвитку ССУ.

У зв'язку з вищезазначеним, метою даного дослідження було визначення структурних особливостей лівого шлуночка серця у хворих на ДН, носіїв різних поліморфних варіантів гена *ACE.*

Основна частина. Обстежено 73 хворих на ДН, що перебували на лікуванні в клініці ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т. Малої НАМН України». Контрольну групу склали 19 здорових осіб. Після первинного обстеження в залежності від поліморфного варіанту гена *ACE*, хворі а ЦД 2 типу були розділені на три групи: І група –хворі на ДН, носії D/D поліморфізму гена *ACE* (n = 23); ІІ група –хворі на ДН, носії I/D поліморфізму гена *ACE* (n = 32); ІІІ група –хворі на ДН, носії I/I поліморфізму гена *ACE* (n = 18).

Ампліфікацію ДНК та генотипування здійснювали методом ПЛР в режимі реального часу з використанням набору реагентів «SNP-ЭКСПРЕСС-SHOT» («Литех», РФ) згідно інструкції виробника за допомогою Системи детекції продуктів полімеразної ланцюгової реакції в реальному часі CFX96 Touch (BioRad). Для дослідження структурно-функціонального стану серця всім

пацієнтам проводили трансторакальну эхокардіографію на ультразвуковому апараті «ULTIMA PA» (“Radmir”, Україна) секторальним фазованим датчиком з діапазоном частот 2-3 МГц, по стандартній методиці згідно рекомендацій Американського ехокардіографічного товариства [5].

Згідно з отриманими нами даними, що наведені на рисунку 1, у хворих на ЦД 2 типу, гомозигот за алелем D/D гена *ACE*, відмічається значне переважання концентричної гіпертрофії у структурі змін геометріїї ЛШ (78,3 %), порівняно з гетерозигатами I/D (56,3 %) та носіями I/I поліморфізму (66,7 %).

Рис. 1. Розподіл за типом гіпертрофії лівого шлуночка у хворих на ДН, носіїв різних поліморфізмів Alu I/D гена *ACE*

Висновки. Отримані результати дослідження дозволяють припустити, що у хворих на ЦД 2 типу з генотипом D/D гена *ACE*, вірогідно, буде мати місце більш тяжкий перебіг ГЛШ, висока коморбідність з ризиком розвитку порушень ритму, серцевої недостатності та інсульту, а також більший ризик розвитку летальних ССУ. Для підтвердження отриманих результатів, а також подальшого поглиблення наукових знань у розумінні генетичних основ ремоделювання ЛШ, розвитку ССУ та перебігу ЦД 2 типу необхідні подальші дослідження.

Перелік посилань:

1. Brown D. W., Giles W. H., Croft J. B. Left ventricular hypertrophy as a predictor of coronary heart disease mortality and the effect of hypertension // Am. Heart J. - 2000. - Vol. 140, N. 6. - P. 848–856.

2. Gradman A. H., Alfayoumi F. From left ventricular hypertrophy to congestive heart failure: management of hypertensive heart disease // Prog. Cardiovasc. Dis. - 2006. - Vol. 48, N. 5. - P. 326–341.

3. Bruno A., Brooks D. D., Abrams T. A. Left ventricular hypertrophy in acute stroke patients with known hypertension // Clin. Exp. Hypertens. - 2017. - Vol. 39, N. 6. - P. 502–504.

4. Albuquerque P. F., Albuquerque P. H., Albuquerque G. O. et al. Ankle-brachial index and ventricular hypertrophy in arterial hypertension // Arq. Bras. Cardiol. - 2012. - Vol. 98, N. 1. - P. 84–86.

5. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // J. Am. Soc. Echocardiogr. - 2015. - Vol. 28. - P. 1-39.

УДК 616.12-008.331.1-092:616.379-008.9

КОРЕЛЯЦІЯ ІНДЕКСУ ІНСУЛІНОРЕЗИСТЕНТНОСТІ METS-IR ЗІ СКЛАДОВИМИ КАРДІОМЕТАБОЛІЧНОГО РИЗИКУ У ПАЦІЄНТІВ З ГІПЕРТОНІЧНОЮ ХВОРОБОЮ

А. О. Несен, В. А. Чернишов, П. С. Семенових, О. М. Кірієнко, В. Л. Шкапо, К. О. Савічева

ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т. Малої НАМН України», м. Харків

проспект Любові Малої 2а, м. Харків, 61039, тел. (050) 750 23 28

E-mail: nesen.andr@yandex.ua

The work is aimed to accurate some possible associations of insulin resistance (IR) index METS-IR with blood pressure (BP) level, parameters of visceral obesity (VO), values of lipid, carbohydrate and uric

exchange in persons with essential hypertension (EH) who were the representatives of nonorganized population of Kharkov's region.

Мета роботи – уточнити імовірні кореляції індексу інсулінорезистентності (ІР) METS-IR з рівнем артеріального тиску (АТ), параметрами вісцерального ожиріння (ВО), показниками ліпідного, вуглеводного і пуринового обміну у осіб з гіпертонічною хворобою (ГХ) – представників неорганізованої популяції Харківського регіону.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективне дослідження, до якого залучено 165 пацієнтів – 74 (44,8 %) жінки і 91 (55,1 %) чоловік віком від 20 до 65 років (середній вік 56,42±1,18 років) з ГХ I-II стадії, які перебували на обстеженні і лікуванні в клініці ДУ «Національний інститут терапії ім. Л.Т. Малої НАМН України» (Харків). Неускладнена ГХ у залучених в дослідження осіб поєднувалася зі складовими кардіометаболічного ризику (КМР) (надлишковою масою тіла (НМТ), ВО, порушенням толерантності до глюкози, гіперурикемією, неалкогольною жировою хворобою печінки та дисліпопротеїдемією). Особи з цукровим діабетом (ЦД) 2 типу в дослідження не залучалися. Із історій хвороб пацієнтів вибиралися дані антропометричних вимірювань зокрема, індекс маси тіла (ІМТ), на підставі якого за відомими формулами обчислювалися параметри ВО (відсоток жирових відкладень (ВЖВ), загальна маса жиру (ЗМЖ), індекс маси жиру (ІМЖ)). Із медичної документації також вилучалися дані про АТ пацієнтів, що вимірювався лікарями за методом С.М. Короткова, відомості про вміст глюкози і сечової кислоти (СК) в сироватці крові, який вимірювався відповідно глюкозооксидазним і фосфорновольфрамовим методами.

Для аналізу стану ліпідного обміну із історій хвороб вилучено показники ліпідного профілю пацієнтів, які визначалися ферментативним методом на автоаналізаторі, зокрема, загальний холестерин (ЗХС), холестерин ліпопротеїдів високої щільності (ХС ЛПВЩ), тригліцериди (ТГ), холестерин ліпопротеїдів дуже низької щільності (ХС ЛПДНЩ), холестерин ліпопротеїдів низької щільності (ХС ЛПНЩ), коефіцієнт атерогенності (КА), холестерин (ХС) не-ЛПВЩ як різниця між ЗХС і ХС ЛПВЩ.

Додатково обчислювалися величини ліпідних співвідношень, що висвітлюють функціонування ліпідотранспортних систем: системи прямого транспорту ХС (ХС ЛПНЩ/ХС ЛПВЩ і ХС не-ЛПВЩ/ЗХС), зворотного транспорту ХС (ХС ЛПНЩ/ХС ЛПВЩ, КА, ЗХС/ХС ЛПВЩ) і системи ліпопротеїдліполізу (ТГ/ХС ЛПВЩ), що тісно асоціюються з ІР.

Індекс КМР METS-IR (metabolic score for insulin resistance) розраховувався за формулою: METS-IR=ln[(2×глюкоза крові (мг/дл) + ТГ(мг/дл)) × ІМТ (кг/м^2)] / ln[ХС ЛПВЩ (мг/дл)], де глюкоза крові (мг/дл) = глюкоза (ммоль/л)×18; ТГ(мг/дл) = ТГ(ммоль/л)×88,6 і ХС ЛПВЩ (мг/дл) = ХС ЛПВЩ (ммоль/л)×38,7. КМР у чоловіків вважали підвищеним при METS-IR >2,46 од., а у жінок – при METS-IR >2,32 од.

Статистичну обробку результатів дослідження виконано з використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2003 та Statistica 20.0.

Результати. Встановлено, що у залучених в дослідження осіб з ГХ, що поєднується з НМТ і ВО, вторинні порушення ліпідного обміну в більшій мірі, ніж глікемія і урикемія підвищують КМР, що підтверджується кореляціями індексу METS-IR з показниками ліпідного обміну і ліпідними співвідношеннями, які характеризують стан систем прямого (ХС не-ЛПВЩ, ХС не-ЛПВЩ/ЗХС, ХС ЛПНЩ/ХС ЛПВЩ), зворотного (ХС ЛПВЩ, КА, ЗХС/ХС ЛПВЩ, ХС ЛПНЩ/ХС ЛПВЩ) транспорту ХС та ліпопротеїдліполізу (ТГ, ХС ЛПДНЩ, ХС ЛПВЩ, ТГ/ХС ЛПВЩ). Показано, що у пацієнтів з ГХ і ВО у порівнянні з особами, які мають НМТ, спостерігаються більш виражені розлади в системі ліпопротеїдліполізу ТГ-вмісних ЛПДНЩ, які сприяють зменшенню утворення ЛПВЩ, порушенню зворотного транспорту ХС та поєднуються з підвищенням індексу METS-IR.

В цілому незалежно від ІР суттєвих кореляцій індексу METS-IR з рівнем АТ, сироватковим вмістом глюкози, параметрами ВО (ІМТ, ВЖВ, ЗМЖ, ІМЖ) у залучених в дослідження осіб з НМТ і ВО не виявлено.

Спостерігалася слабка асоціація індексу METS-IR з сироватковим вмістом СК (r=0,337; p=0,004 для НМТ і r=0,301; p=0,004 для ВО). Однак у разі наявності ІР у осіб з НМТ знайдено асоціації індексу METS-IR з віком (r=0,391; p=0,029), ВЖВ (r=0,544; p=0,002), ЗМЖ (r=0,436; p=0,014), ІМЖ (r=0,513; p=0,003) і вмістом в крові СК (r=0,443; p=0,013).

Висновок. Індекс METS-IR для оцінки КМР і наявності ІР доцільно визначати у осіб без ЦД 2 типу з ІМТ >25 кг/м^2, гіпертригліцеридемією і/або низьким вмістом ХС ЛПВЩ в сироватці крові незалежно від рівня глікемії.

Перелік посилань:

1. Рунихин А.Ю. Синдром гипергликемии в практике кардиолога // Кардиология. – 2005. - №10. – С. 85-90.

2. Чернишов В.А., Єрмакович І.І. Ліпідні асоціації гіперурикемії у пацієнтів з кардіометаболічним ризиком // Кардиология: от науки к практике. – 2018. - №1(30). – С. 23-40.

3. Alberti K.G., Eckel R.H., Grundy S.M. et al. Harmonizing the Metabolic Syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity // Circulation. – 2009. – Vol. 120, № 16. – P. 1640-1645. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.

4. Al-Mahmood A.K., Afrin S.F., Hoque N. Dyslipidemia in insulin resistance: cause or effect // Bangladesh J. Med. Bichem. – 2014. – Vol. 7, № 1. – P. 27-31. https://dx.doi.org/10.3329/bjmb.v7i1.18576.

5. Bello-Chavolla O.Y., Almeda-Valdes P., Gomez-Velasco D. et al. METS-IR, a novel score to evaluate insulin sensitivity, is predictive of visceral adiposity and incident type 2 diabetes // Eur. J. Endocrinol. – 2018. – Vol. 178. – P. 533-544. https://doi.org/10.1530/EJE-17-0883.

УДК 616.12-008.46-037-085:616.379-008.64:575.174.015.3

АСОЦІАЦІЯ РІЗНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ З РІВНЕМ БІОМАРКЕРА ST2 У ПАЦІЄНТІВ З СЕРЦЕВОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ТА ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ

О. О. Меденцева, Ю. С. Рудик
ДУ «Національний інститут терапії ім. Л.Т. Малої НАМН України»
E-mail: medentseva.e.a@ukr.net

Heart failure (HF) despite the progress in treatment remains the main health problem worldwide. Biomarker ST2 is currently being studied in patients with HF due to its high potential predictive value and promising prospects for use as a component of biomarker-controlled therapy. The paper presents the results of studying the association of different risk factors with the ST2 biomarker level in patients with HF with preserved ejection fraction diabetes mellitus type 2.

Вступ. Серцева недостатність (СН) є важливою глобальною проблемою охорони здоров'я більшості країн світу, яка погіршується зі старінням населення і є одним з найбільших тягарів економіки. В даний час йде пошук маркерів, здатних виявити СН на більш ранніх стадіях, оцінити прогноз для пацієнта, визначити тяжкість захворювання, ймовірні наслідки і відповідь на лікування. Одним з найбільш перспективних серед нових біомаркерів є супресор туморогенезу 2 (ST2).

Мета: дослідити асоціацію різних факторів ризику на рівень ST2 у пацієнтів з СН зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка та ЦД 2 типу.

Матеріали і методи дослідження. У дослідження було включено 134 хворих з СНзберФВ ЛШ II-III функціонального класу за класифікацією NYHA. Серед досліджуваних основну групу склали 83 хворих з СН та компенсованим ЦД 2 типу, групу порівняння - 51 хворий з СН без ЦД 2 типу. Також було залучено 29 практично здорових осіб без СН та ЦД 2 типу. З метою дослідження вуглеводного обміну визначали глюкозу крові глюкозооксидантним методом за допомогою реактивів «СпайнЛаб», HBA1c - імуноферментним методом з використанням реактивів Human (Німеччина), в сироватці крові методом ІФА визначали вміст інсуліну Інсулін ELISA (DRG Instruments GmbH, Німеччина). Для визначення інсулінорезистентності розраховували індекс HOMA. Рівень N-термінального фрагменту мозкового натрійуретичного пептиду (NTproBNP) у сироватці крові визначали методом імуноферментного аналізу (ІФА) за допомогою реактивів «NTproBNP-БЕСТ-ІФА» (Росія). Фактор некрозу пухлини-альфа (ФНП-α) в сироватці крові визначали методом ІФА за допомогою реактивів «альфа-ФНП-ІФА-БЕСТ» (Росія). Маркер фіброзу ST2 у сироватці крові визначали методом ІФА за допомогою реактивів PresageST2 Critical Diagnostics (США). Статистичний аналіз проводили за

допомогою пакетів статистичних програми «STATISTICA for Windows 6.0» (StatSoft Inc, США), Medcalc 15.8.

Результати дослідження. Концентрація біомаркера фіброзу ST2 у хворих з СНзберФВ ЛШ на тлі ЦД 2 типу перевищувала цей показник у хворих з СНзберФВ ЛШ без ЦД 2 типу і складала 23,26 нг\мл [18,5:29,3] проти 20,39 нг\мл [18,3:24,6] відповідно, ($p<0,05$), що може свідчити про більшу вираженість фібротичних процесів у хворих з ЦД. Наші дані узгоджуються з результатами дослідження RELAX, в якому у хворих з СНзберФВ ЛШ рівень ST2 був вищим при наявності супутнього ЦД 2 типу, що розцінювалось як ознака зростання запальної та фібротичної активності [1]. В групі практично здорових осіб вміст ST2 складав 19,4 нг\мл [15,9:22,3] та був достовірно нижчим від показників у хворих з СНзберФВ ЛШ та в групі пацієнтів з ЦД 2 типу ($p<0,05$). Подібні дані були отримані в роботах інших авторів. Так, в дослідженні M. Cardellini та ін. було встановлено, що у хворих з підтвердженим атеросклерозом рівень ST2 був вищим у пацієнтів з ЦД 2 типу порівняно з хворими нормальним вуглеводним обміном та достовірно корелював з рівнями глюкози, індексом HOMA, HbA1c [2]. Для оцінки сукупного впливу досліджуваних факторів на рівень ST2 нами був проведений покроковий багатофакторний регресійний аналіз Кокса, результати якого наведені у таблиці. Було виявлено, що куріння, HOMA-IR, рівні глюкози, HbA1 і інсуліну є найбільш значущими факторами, що впливають на рівні ST2 у пацієнтів з СН і ЦД2, що свідчить про значний вплив ЦД 2 типу на концентрацію ST2.

Отримані нами дані підтверджуються результатами досліджень інших авторів. В нещодавно опублікованій статті Hu X та ін [3]. встановлено, що у хворих з ЦД 2 типу рівень sST2 був підвищений порівняно із здоровими особами, а після коригування віку та статі була виявлена асоціація ST2 з курінням в анамнезі та HbA1c.

У попередніх дослідженнях Fousteris та ін [4]. повідомлялося, що пацієнти з ЦД 2 типу мали вищий рівень sST2 порівняно зі здоровим контролем, а багатофакторний аналіз встановив достовірну кореляцію між показниками вуглеводного обміну та ліпідів у крові з sST2.

Лін та ін. [5] показали, що рівень ST2 був суттєво підвищеним у пацієнтів з діабетом порівняно зі здоровими досліджуваними, а після коригування за віком та статтю, трансамінази, ШКФ, ЛПВЩ, загальний холестерин та статус куріння показали значну асоціацію з рівнем sST2. У дослідженні на клітинах мишей Kearley та ін. показали, що задимлення впливало на IL-33, підвищуючи при цьому експресію ST2 на клітинах макрофагів. Це може бути одним з пояснень отриманих нами даних про те, що куріння в анамнезі впливало на рівень ST2. В дослідженні італійських вчених Ruocco Gaetano та ін., які вивчали біомаркери у хворих із СН та ЦД або без нього, було показано, що концентрація біомаркеру ST2 була достовірно вищою у пацієнтів з ЦД 2 типу. Крім того, у всіх пацієнтів ST2 продемонстрував значну кореляцію з HbA1c.

Таким чином, куріння і параметри вуглеводного обміну, такі як HOMA-IR, рівень глюкози, HbA1 і інсуліну, можуть бути асоційовані з рівнем ST2 у пацієнтів з діабетом з СНзберФВ ЛШ.

Перелік посилань:

1. AbouEzzeddine OF, McKie PM, Dunlay SM. et al.: Suppression of Tumorigenicity 2 in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. J Am Heart Assoc. 2017; 6(2): e004382. doi: 10.1161/JAHA.116.004382.

2. Cardellini M, Rizza S, Casagrande V. et al.: Soluble ST2 is a biomarker for cardiovascular mortality related to abnormal glucose metabolism in high-risk subjects. Acta Diabetol. 2019; 56: 273–280. doi: 10.1007/s00592-018-1230-z.

3. Hu X, Zhang H, Song Y. et al.: Soluble ST2 is associated with increased carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus: A case-control study. Medicine. 2020; 99(5): e18940. doi: 10.1097/MD.0000000000018940.

4. Fousteris E, Melidonis A, Panoutsopoulos G. et al.: Toll/interleukin-1 receptor member ST2 exhibits higher soluble levels in type 2 diabetes, especially when accompanied with left ventricular diastolic dysfunction. Cardiovasc Diabetol. 2011; 10: 101. doi: 10.1186/1475-2840-10-101.

5. Lin YH, Zhang RC, Hou LB. et al.: Distribution and clinical association of plasma soluble ST2 during the development of type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2016; 118: 140–5. doi: 10.1016/j.diabres.2016.06.006.

УДК 004:316.6:347.92

ІНФОРМАЦІЙНЕ НАСИЛЛЯ В КОНТЕКСТІ ПСИХІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ЛЮДИНИ

О. А. Панченко, В. Г. Антонов, В. В. Гуменюк
Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України»
E-mail: rdckonst@ukr.net

In the article, scientists study the concept of informational violence. It is noted that modern society, in a state of permanent turbulence, feels a new increased level of violence in all spheres of human activity. Violence is an integral part of public relations and has a systemic character. A study of the genesis of informational violence was carried out from the broadest concept of violence (behavior harmful to others) to the understanding that the informational component is contained in any violence.

Вступ. Сучасне суспільство, що знаходиться у стані перманентної турбулентності, відчуває новий підвищений рівень насильства у всіх сферах людської діяльності. Злочинність, терор, етнічні та соціальні зіткнення, політичний тиск і побутові порушення загальнолюдських прав служать наочними показниками насильства.

Насильство, як одне з видів міжлюдських комунікацій, будучи екстремальним вираженням зіткнення і протиборства інтересів і цілей суб'єктів суспільних відносин, постійно набуває нових рис і якостей. Так, сучасні технології, і пов’язані з ними культурні перетворення, породили в понятійному ряді соціального насильства нову складову – «інформаційне насильство», яке з огляду на вплив його на суспільно-політичні явища, стало актуальною проблемою.

Основна частина. Сучасні підходи до оцінки здоров'я базуються на загальних теоретичних уявленнях про єдність організму з навколишнім середовищем. Здоров'я – це цілісний багатовимірний динамічний стан людини в умовах конкретного навколишнього середовища, що дозволяє людині у різному ступені здійснювати його біологічні та соціальні функції [1]. Виходячи з даних уявлень, здоров'я розглядається як природний стан організму, що характеризує його врівноваженість з навколишнім середовищем, включаючи інформаційну складову.

Згідно з формулюванням ВООЗ «здоров'я» – це стан психічного, фізичного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб. З визначення випливає, що основним поняттям у визначенні здоров'я виступає «благополуччя». Значення слова «благополуччя» відповідно до словника визначається як «спокійний і щасливий стан», а слово «щастя» – як «почуття і стан повного вищого задоволення» [2]. Як можна бачити, взаємозалежність здоров'я і благополуччя сформульована вже у визначенні здоров'я. При незадовільному стані здоров'я неможливо досягти благополуччя в будь-який з областей життєдіяльності, і навпаки.

Психічне здоров'я в сучасному розумінні – це не тільки відсутність виражених психічних розладів у індивідуума, але і стан рівноваги і гармонії між людиною і навколишнім світом, суспільством, наявність душевних, психічних резервів по подоланню стресів і труднощів [3]. Інформаційне здоров'я – частина загального стану психічного, фізичного і соціального благополуччя, яка формується і залежить від інформації. Інформаційно-психологічне здоров'я – стан психологічної захищеності, стабільності нервових процесів особистості при інформаційному впливі. Основна функція інформаційно-психологічного здоров'я – це підтримка активного динамічного балансу між людиною та інформацією із зовнішнього середовища, що вимагає мобілізації ресурсів особистості в критичних моментах або важких життєвих ситуаціях.

Варто відзначити, що будь-яке насильство по відношенню до людини сприяє виникненню психотравмуючої ситуації, що веде порушення його внутрішньої гармонії, дисбаланс з навколишнім середовищем, втрату психічних резервів по подоланню несприятливих життєвих ситуацій.

Інформаційне насильство в широкому сенсі – це не силовий впорядкований вплив на об'єкти, що носить антисоціальний або антиособистісний характер. Інформаційне насильство, маючи природні передумови, виступає особливою формою соціального насильства, де інформаційна складова в результаті інверсії набуває самостійну сутність. Його поширення пов'язане з антропологічною кризою, модернізаційним шоком, розпадом традиційних культур, які звільнили деструктивні та антисоціальні імпульси. У вузькому сенсі інформаційне насильство –

несиловий вплив на ментальну сферу [4]. Основними формами інформаційного насильства є: інформаційний пресинг, дезінформація, недостатня інформація, нелегітимна інформація.

Інформаційне насильство має ряд властивостей, які умовно відокремлюють його в структурі соціального насильства: несиловий (нематеріальний і неенергетичний) характер, непокору фізичним закономірностям (немає маси, ваги, розміру, температури плавлення); нелінійність, тобто непропорційна залежність причини і наслідки; кумулятивний характер, можливість різкого зростання інформації; можливість максимальної дальності і швидкості поширення; можливість ідеального клонування; нелокалізованність в часі і просторі; пандемія; опосередкований характер і прихованість впливу; віртуальний характер впливу; можливість фокусування; селективність.

З огляду на збереження суспільно-політичного порядку і благополуччя громадян запропонована модель, що відображає аксіологічний підхід до забезпечення національної безпеки при загрозі насильства. У ній присутні наступні конструкти: превенція – має на увазі державні та громадські заходи, спрямовані на попередження насильства; збереження, захищеність, нарощування національних цінностей; усунення збитку у результаті прояву насильства; пост заходи з усунення загроз насильства.

Висновки. Агресія і насильство у специфічному відбитті, що відповідає соціально-економічній, політичній та культурній ситуації, створюють кризу і нестабільність, де інформаційне насильство виявляється неминучим супроводом суспільного буття. Засоби масової інформації нав'язують вигідні їм, та їх реальним господарям оцінки, думки, електоральну поведінку. Насильство входить в мову, семантику передач, повсякденні комунікації.

Для нейтралізації загроз насильства в контексті психічного благополуччя людини (реалізації алгоритму запропонованої моделі) потрібні не тільки матеріальні витрати, але й, в більшій мірі – політична воля та організаторський талант державних діячів, небайдужість громадського суспільства, дієвість владних інститутів.

Перелік посилань:

1. Ежевская Т. И. Психологическое здоровье как значимый ресурс информационно-психологической безопасности личности. *Гуманитарный вектор*. 2012. №1(29). С.205-209.
2. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. 3-е изд. М.: АЗЪ. 1995. 928 с.
3. Панченко О. А., Банчук Н. В. Информационная безопасность личности: монография. Киев: КИТ. 2011. 672с.
4. Борщов Н. А. Информационное насилие в современном обществе. *Вестник Саратовского государственного технического университета*. 2010. - Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/ informatsionnoe- nasilie-v-sovremennom-obschestve (дата звернення: 30.08.2021).

УДК: 004:159.9

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ЕПОХУ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

О. А. Панченко, А. В. Кабанцева, І. А. Сердюк
Державний заклад «Науково-практичний медичний
реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України»
E-mail: irina-serduk@ukr.net

The article examines the modern information and psychological challenges of turbulent times, due to the influence of complex socio-demographic, economic, political, legal, informational, psychological, and technological factors, as well as requires a systematic response, adequate transformation of the security sector. It is noted that the protection of individual and social consciousness from negative information influences is the main content of the organization of information and psychological security. Emphasis is placed on the need for further serious research on this issue to develop an effective public policy to address it in a due manner.

Вступ. За всіма економічними, політичними, екологічними, культурними, інформаційними ознаками людство вступило в епоху турбулентності, домінуванням інформаційних технологій та

глобальних інтеграційних процесів, де характерними особливостями є: плинність, нестійкість, невизначеність, і що ставить перед суспільством досі незвідані виклики. Серед науковців існує думка, що саме інформатизація суспільства призвела до прискорення появи нових тенденцій у світовому розвитку. Епоха турбулентності має інформаційно-психологічний характер, а тому і виклики, що її описують, несуть інформаційно-психологічне підґрунтя. Це пов’язано з тим, що навіть при максимальному захисті завжди існує ризик збитків, зокрема психічному, фізичному здоров’ю і психологічному благополуччю через вплив негативних інформаційно-психологічних факторів.

Основна частина. Інформаційні технології застосовуються майже у всіх сферах суспільного життя, що робить суспільство і кожного конкретного індивіда все більш залежним від інформації. Все частіше їх використовують для маніпулювання масовою свідомістю, впливу та управління людьми [1, 2]. З розвитком інформаційних технологій і інформаційного суспільства, в умовах глобалізації виникло ціле коло невирішених питань і проблем, істотно змінилась характеристика викликів і загроз цивілізації. Головне завдання держави – сформувати ефективні механізми протидії викликам і загрозам задля забезпечення психологічної безпеки особистості й стійкого розвитку держави.

Новітні інформаційні технології, сучасні інформаційні й психологічні форми та способи впливу на особу і суспільство стають невід'ємною частиною повсякденного життя. Об'єктом впливу у турбулентний час є людська психіка, психологія груп і цілих товариств, а основним засобом впливу - інформація. Збереження інформаційної безпеки людини, її психологічного здоров'я, в першу чергу залежить від своєчасного виявлення психологічних проблем та попередження їх розвитку [3].

При дослідженні шляхів подолання турбулентності крізь призму властивостей особистості, сформовано поняття «інформаційно-психологічна турбулентність» – нестабільний стан психіки людини, викликаний інформаційним впливом, що виявляється в раптових припливах гніву, печалі або відчаю, відчутті тривоги, роздратування, страху чи смутку. У такому стані особистість неадекватно оцінює навколишнє оточення й робить нелогічні вчинки [4].

Безсумнівно, інформаційно-психологічна турбулентність є фактором загроз інформаційно-психологічної безпеки особистості й потрібні заходи з деактивації цього фактору. Стратегічно важливим як для держави, так і суспільства є формування такої політики, де інформаційна культура займає провідне місце. Мається на увазі не тільки накопичення суми знань, а й розвиток фундаментальних навичок мислення і творчості, духовного розвитку особистості. Відповіддю на турбулентні інформаційні виклики може стати розвиток «турбулентного мислення», заснованого на неформальному, евристичному підході до аналізу ситуації й прийняття рішень (досвід, інтуїція, спритність, винахідливість).

В умовах турбулентних явищ, які руйнують звичні стереотипи поведінки та сформований образ життя, потреба в безпеці та протидії стає домінантною. Саме вона починає визначати мотивацію соціальної поведінки людини, перебудовуючи та змінюючи її, специфічним чином трансформуючи інші базові групи потреб, психічні особливості та характеристики особистості. Вона стає активним і переважним мобілізатором ресурсів організму людини в надзвичайних обставинах – соціальної дезорганізації, катастрофічних явищ природи, злочинних посягань та ін. Відсутність адекватних можливостей для задоволення цієї потреби викликає в особистості емоційно негативні, гостро пережиті психічні стани, на тлі яких протікають практично всі психічні процеси людини. Це проявляється у вигляді передхворобливих станів (предневротичних, донозологічні форми психічних хвороб) з окремими і незначними порушеннями (підвищена чутливість до звичайних подразників, незначна тривожна напруженість, занепокоєння, елементи загальмованості або метушливості в поведінці, безсоння та ін.). Важливим постає своєчасне проведення медико-психолого-соціальних профілактичних і реабілітаційних заходів з метою запобігання переходу передхворобливих станів у хворобливі. Запропонована модель забезпечення інформаційно-психологічної безпеки, що системно поєднує поняття реабілітація-абілітація-компенсація-адаптація та відображає чотири рівні їхньої організації (біологічний, психологічний, соціальний, соціально-психологічний), кожен із яких супроводжується складовою інформаційного рівня.

Інформаційна турбулентність, яка є наслідком синергетики властивостей інформаційного середовища, є деструктивним фактором інформаційно-психологічної безпеки як по відношенню до держави й суспільства, так і окремої особистості. Основними ресурсами особистості в умовах інформаційної турбулентності виступають внутрішні резерви, механізми психологічного захисту, застосування копінгових технологій і вміння застосовувати набуті знання і навички у соціумі. Задля

примноження психологічних ресурсів і запобігання розвитку патологічних станів важливим є забезпечення інформаційно-психологічної безпеки, що передбачає як захист, так і відновлення психологічного благополуччя особистості.

Висновки. Захист індивідуальної та суспільної свідомості від негативних інформаційних впливів становить основний зміст організації забезпечення інформаційно-психологічної безпеки. Для надійного захисту національних інтересів в інформаційній сфері потрібен комплексний моніторинг зовнішніх і внутрішніх інформаційних загроз та дієві нормативно-правові, організаційно-адміністративні, науково-технічні та інші методи й засоби регулювання рівня інформаційної безпеки. По суті треба забезпечити постійний контроль і аналіз усіх джерел підвищеного інформаційного ризику, завчасне прогнозування процесів їхнього прояву та оперативне відпрацювання адекватних контрзаходів для відвернення чи мінімізації небажаних наслідків.

Перелік посилань:

1. Губенков А.А., Байбурин В.Б. Информационная безопасность. М.: «Новый издательский дом», 2005. 128 с.
2. Дубина А.М. Інформаційно-психологічні війни і їх вплив на масову свідомість. К.: НТУУ «КПІ», 2011. 57 с.
3. Кабанцева А. В., Селіванова К. Г. Методологічні підходи до сучасних інформаційних технологій оцінки психічного здоров'я. *III Международная научно-практическая конференция «Информационные системы и технологи в медицине»* (ICM-2020) (Харьков, 26-27 ноября 2020 г.) Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020.С. 72-73.
4. Панченко О.А. Турбулентність мислення в структурі інформаційно-психологічної безпеки особистості. *Психологія і особистість*. 2019. № 1(15). С. 35–53.

УДК 57.089.67

ЗАМІНА ПОШКОДЖЕНИХ НЕРВОВИХ ЗАКІНЧЕНЬ НА ЇХ ШТУЧНІ АНАЛОГИ ТА ПОВЕРНЕННЯ ВТРАЧЕННИХ ФУНКЦІЙ

Г. І. Пащенко, О. К. Білошицька
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 03056, Київ, вул. Янгеля, 16/2, факультет біомедичної інженерії
E-mail: genapaashenko@gmail.com

The given work is devoted to the degenerative diseases affecting the neuromuscular system are the most significant group of all hereditary human pathology as well as injuries due to human negligence. It is proposed to treat patients with similar pathological conditions by replacing their damaged nerve fibers with their artificially created analogs by combining invasive and non-invasive devices.

Вступ. Центральна нервова система несе відповідальність за узгоджену роботу всіх систем і органів людського організму. Чутливість і рухова активність тіла підтримуються саме завдяки нервовим закінченням. Захворювання нервової системи згубно впливають на весь організм і причини бувають найрізноманітніші [1]. Дуже часто причинами захворювань виступають різні інфекційні збудники або функціональні та органічні розлади кровообігу. Повне випадіння центрального або периферичного нейрону призводить до появи центрального чи периферичного паралічу. Часткове ураження цих нейронів дає відповідний парез. Центральний параліч (спастичний) характеризується підвищенням м'язового тонусу, підвищенням сухожильних рефлексів, поява патологічних рефлексів [1].

Постановка проблеми. Люди, які перенесли ампутації будь-якої з кінцівок, перенесли неврологічні захворювання ЦНС або її периферії, і при цьому втратили працездатність нервової тканини частково або повністю нервової тканини, потребують її відновлення або заміни на штучні прототипи.

Периферична нервова система містить сполучні «кабелі» (нервові волокна або аксони), кожен з яких є відростком центрально розташованої клітини. Функція цих периферичних нервів полягає в передачі аферентних сигналів від органів почуттів, що доставляють вхідну інформацію до мозку [1].

Розглянемо ситуацію з пацієнтом А: пацієнт отримав дуже серйозний перелом своєї правої руки і для лікування йому ставили апарат Єлізарова. Після проходження місячного курсу лікування апарат вже потрібно було знімати й при знятті хірург зачепив нервовий пучок в лікті, що призвело до повної втрати чутливості та часткової втрати керованості кінцівки. Після курсу реабілітації пацієнт А повернув керованість та навіть продовжив грати на піаніно, але повернути чутливість не вийшло. Всю нервову тканину пошкодженої кінцівки пацієнта А можна уявити у вигляді електричного кабеля. Цей електричний кабель пошкоджено таким чином, що передавати сигнали від периферії до мозку неможливо, а отримання сигналів від мозку для виконання рухів – можливо. Пропонується отримувати аналоговий сигнал від нервової периферії, оцифровувати його, розуміти й передавати його, оминаючи пошкоджену ділянку [2]. Логіка роботи запропонованого приладу: отримання аналогового сигналу на перший внутрішній модуль, передача його на зовнішній модуль, розуміння що це за сигнал (дотик, низька чи висока температури та інші зовнішні впливи) й подальша передача на другий внутрішній модуль.

Висновок. Запропонований підхід наддасть можливість повернення пацієнтам з ураженою нервовою системою їх втрачені аферентної, еферентні, сенсорні, секреторні, моторні та інші функції.

Перелік посилань:

1. Нервові хвороби /С.М.Вінничука, Є.Г. Дуденко, Є.Л. Мачерет та інші.- К.: Здоров’я, 2001. 696с.
2. Mulaosmanovic H. Artificial Neuron Based On Ferroelectric Circuit Element [Електронний ресурс] / Halid Mulaosmanovic. 2019. – Режим доступу: http://www.freepatentsonline.com/y2020/0065647.html.

УДК 616.12-009.46+616.441-006.5]-092:575.174.015.3:612.017

АНАЛІЗ КУМУЛЯТИВНОГО РИЗИКУ ПОВТОРНОЇ ГОСПІТАЛІЗАЦІЇ ХВОРИХ ІЗ СЕРЦЕВОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ТА СУПУТНЬОЮ ТИРЕОЇДНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

С. М. Пивовар, Ю. С. Рудик, О. Б. Кротова
ДУ «Національний Інститут терапії ім. Л. Т. Малої НАМН України»
61039, Харків, пр. Л. Малої, 2А, відділ клінічної фармакології та фармакогенетики неінфекційних захворювань. тел.0573739090
E-mail: sn_p@ukr.net

The cumulative risk of re-hospitalization in patients with heart failure on the background of coronary heart disease with concomitant thyroid pathology is higher compared to patients without this comorbid pathology. The risk is highest in patients with concomitant non-toxic goiter. This high risk of adverse heart failure in comorbid thyroid pathology is due to the presence of low triiodothyronine syndrome, which is very common among patients with this pathology of the thyroid gland.

Вступ. Серцева недостатність (СН) є однією з найпоширеніших причин госпіталізації та смерті хворих [2]. Для медичної практики вельми важливою є рання оцінка прогнозу пацієнта, своєчасне виявлення факторів ризику з метою корекції медикаментозної чи інтервенційної стратегії лікування, що в решті-решт може запобігти розвиткові ускладнень.

Матеріали та методи. Проведено комплексне обстеження 381 хворого із СН, що виникла на фоні ІХС, післяінфарктного кардіосклерозу. Хворі з СН, були розподілені на дві групи: до основної увійшли пацієнти з СН та супутньою тиреоїдною патологією (ТП) (n = 218) (92 хворих із нетоксичним зобом та 126 пацієнтів із автоімунним тиреоїдитом); до групи порівняння – 163 хворих з СН без тиреоїдної патології. Групи були співставні за віком. Результати дослідження оброблено із застосуванням статистичного пакету програми IBM®SPSS® Statistics, 20.0. З метою оцінки кумулятивного ризику повторної госпіталізації з приводу декомпенсації СН проведено побудову кривих Каплана-Мейера для пацієнтів, розподілених у групи в залежності від наявності чи відсутності супутньої тиреоїдної патології [1].

Результати. Аналіз продемонстрував, що хворі з СН на фоні ІХС із супутньою ТП мають більшу ймовірність повторної госпіталізації (ПГ) протягом 24 місяців спостереження, порівняно з пацієнтами без тиреоїдною патологією (40,4 %, проти 16,6 %, відповідно: RR = 2,78 (1,91-4,05); $\chi^2_{(Log}$

$_{\text{Rank (Mantel-Cox)}}$ = 28,402; p < 0,0001). Середній час розвитку події у групі із ТП становив (17,3±0,6) міс., проти (22,3±0,4) міс. серед хворих без вказаної коморбідності.

Далі хворі з СН були розподілені на дві групи в залежності від наявності чи відсутності синдрому низького трийодтироніну (СНТ). Проведено побудову кривих Каплана-Мейера.

Хворі з СН із супутнім СНТ (без залежності від виду ТП) мають більшу ймовірність ПГ з приводу декомпенсації патології серця протягом 24 місяців спостереження порівняно з пацієнтами без синдрому периферійного дистереоїдизму (78,4 %, проти 12,5 %, відповідно; RR = 45,05 (27,37-74,14); $\chi^2_{\text{(Log Rank (Mantel-Cox)}}$ = 224,283; p < 0,0001). Середній час розвитку події у групі із СНТ становив (10,8 ± 0,8) міс., проти (22,6±0,3) міс. серед хворих без синдрому периферичного дистиреоїдизму.

Слід зазначити, що для групи хворих із СН у поєднанні з СНТ медіана часу з 50 % імовірності повторної госпіталізації з приводу декомпенсації патології серця становила 6,0 [5,0 – 12,0] міс.

У подальшому хворі з СНТ були вилученні з статистичного аналізу. Пацієнти з СН знову були розподілені на дві групи в залежності від наявності чи відсутності ТП. Проведено побудову кривих Каплана-Мейера. Аналіз не виявив вірогідної різниці ймовірності повторної госпіталізації з приводу декомпенсації СН між групами хворих з та без супутньої ТП (без СНТ).

Далі всіх пацієнтів було розподілено на три групи. До першої увійшли хворі з СН без супутньої ТП. До другої – пацієнти, що поряд із СН мали нетоксичний зоб. До третьої групи увійшли хворі з АІТ, котрі до включення у дослідження приймали левотироксин. Хворих з АІТ без застосування ЛТ не включали до аналізу у зв'язку з малою численністю групи (n < 30). Проведено побудову кривих Каплана-Мейера.

Хворі з СН із супутнім АІТ мають більшу ймовірність ПГ з приводу декомпенсації патології серця протягом 24 місяців спостереження, у порівнянні з пацієнтами з СН без тиреоїдної патології (рис. 2.4) (32,4 %, проти 16,6 %, відповідно; RR = 2,25 (1,47-3,46)).

Пацієнти з СН та супутнім нетоксичним зобом мають більшу ймовірність ПГ, у порівнянні з пацієнтами з СН без ТП (55,4 %, проти 16,6 %, відповідно; RR = 4,72 (2,91-7,67)) та до хворих із супутнім АІТ (55,4 %, проти 32,4 %, відповідно; RR = 2,10 (1,23-3,57)) (($\chi^2_{\text{(Log Rank (Mantel-Cox)}}$ = 53,28; p < 0,0001; для тренду: $\chi 2$ = 12,33; p = 0,0005). Середній час розвитку події у групі хворих з СН з нетоксичним зобом становив (14,5±1,0) міс., проти (22,3±0,4) міс. серед хворих без супутньої ТП та (18,8±0,8) міс. - у пацієнтів із АІТ.

Для групи хворих із СН у поєднанні з нетоксичним зобом медіана часу 50 % імовірності ПГ з приводу декомпенсації патології серця становила 13,0 [12,0-16,0] міс. Після вилучення із зазначених груп хворих, пацієнтів, що мали СНТ, не отримано вірогідної різниці в кумуляції ризику ПГ в залежності від виду тиреоїдної патології.

Висновки. Таким чином, кумулятивний ризик повторної госпіталізації у хворих із серцевою недостатністю на фоні ішемічної хвороби серця з супутньою тиреоїдною патологією є вищим, порівняно до хворих без зазначеної коморбідної патології. Ризик є найвищим у хворих із супутнім нетоксичним зобом.

Вказаний високий ризик несприятливого перебігу серцевої недостатності при коморбідній тиреоїдній патології зумовлено наявністю синдрому низького трийодтироніну, що має велику поширеність серед пацієнтів із даною патологією щитоподібної залози.

Перелік посилань:

1. Dretzke J., Ensor J., Bayliss S., Hodgkinson J., Lordkipanidz M., Riley R.D., Fitzmaurice D., Moore D. Methodological issues and recommendations for systematic reviews of prognostic studies.an example from cardiovascular disease. *Syst. Rev.* 2014;3:140. doi. 10.11862046-4053-3-140.

2. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the heart failure association (HFA) of the ESC. Eur J Heart. Fail. 2016. https://doi.org/ 10.1002/ejhf.592

УДК 616.98:578.834]-047.72(477.54)

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НА COVID-19 У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

А. П. Подаваленко[1], М. А. Георгіянц[1], Т. Д. Нессонова[1], А. П. Порван[2], С. Є. Білецька[2]
[1]Харківська медична академія післядипломної освіти
[2]Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»
E-mail: epid@ukr.net, a.porvan@khai.edu

The paper proposes a mathematical model for predicting the incidence of COVID-19 based on the class of Box-Jenkins models, which is associated with the action of biological and social factors. The model can be used to predict COVID-19 using conventional parameters of the epidemic process.

Вступ. Пандемія гострого респіраторного захворювання COVID-19 продовжується у світі, при цьому прояви епідемічного процесу на національному, регіональному та локальному рівнях відрізняються. Динаміка захворюваності на COVID-19 на адміністративних територіях обумовлена низкою факторів, зокрема зовнішньою та внутрішньою міграцією, щільністю населення, кліматичними умовами, організацію проведення профілактичних та протиепідемічних заходів тощо [1-4]. Безумовно специфічна профілактика може впливати на рівень захворюваності на COVID-19 при умові охоплення населення щепленнями не менше 95 % протягом декількох років. Наразі у світі, в тому числі і в Україні, проводяться щеплення від COVID-19, але рівень охоплення щепленнями не досягає достатнього рівня для припинення циркуляції SARS-Cov-2. Тож, аналізуючи епідемічну ситуацію з цієї інфекції в Україні на фоні вкрай низького охоплення щепленнями населення (20 – 30 %), зарано враховувати вплив імунопрофілактики на інтенсивність епідемічного процесу COVID-19.

Зважаючи на вищезазначене **метою роботи** стало прогнозування захворюваності на COVID-19 у Харківській області на підставі аналітичного дослідження перебігу епідемічного процесу.

Для досягнення поставленої мети у роботі використано офіційні дані Національної служби здоров'я України та Державної служби статистики України. Вивчено динаміку захворюваності на COVID-19 у Харківській області, яка є великим науково-технічним і виробничим центром та відноситься до областей України з найвищими показниками оцінки регіонального людського розвитку. Індекс репродукції (Ro) розраховували при інкубаційному періоді 7 днів і вважали, що інфекція в популяції буде підтримуватися при Ro>1, а силу інфекції (λ) розглядали як питому швидкість інфікування сприйнятливого населення в одиницю часу.

Основна частина. На підставі аналізу динаміки захворюваності на COVID-19 за останні 67 тижнів встановлено два підйоми захворюваності у Харківській області та загалом в Україні. У вересні місяці 2021 року спостерігалося погіршення епідемічної ситуації. Середній показник захворюваність за період 19.09-25.09.2021 р. (67-й тиждень) становив 374,1 на 100 тис. населення, а в Україні – 235,1, тоді як 17.07-23.07. 2021 р. (57-й тиждень) аналогічні показники були відповідно 23,8 та 36,8 на 100 тис. населення. Розраховані Ro у Харківській області наряду з аналогічними показниками в Україні свідчать, що в області на 23-24-у тижні, 26-36-у тижні та 45-53-у тижні індекс репродукції перевищував 1, а в Україні – на 4-5-у тижні, 27-35-у тижні та 44-57-у тижні були вищі 1.

Інфікованість населення (λ) області (28,6 %) була майже у 2 рази вищою, ніж в Україні (16,7 %).

У результаті багатоітераційної ідентифікації найкращого поєднання порядку авторегресії p і порядку змінного середнього q [5] для прогнозу захворюваності на COVID-19 у Харківській області була обрана модель Бокса-Дженкінса ARIMA (0, 2, 13):

$$y_t = 2 + 0.863 \cdot y_{t-1} - 0.348 \cdot y_{t-7} + 0.306 \cdot y_{t-8} - 0.138 \cdot y_{t-10} + 0.080 \cdot y_{t-13} +$$
$$- 0.045 \cdot \varepsilon_{t-1} + 0.60 \cdot \varepsilon_{t-7} - 0.005 \cdot \varepsilon_{t-8} + 0.061 \cdot \varepsilon_{t-10} - 0.140 \cdot \varepsilon_{t-13};$$

В якості вихідних даних були використані значення зареєстрованих активних форм (інт. показник на 100 тис. населення). Отриману модель можна визнати вдалою, всі коефіцієнти є статистично значущими ($p<0,05$), у моделі присутня автокореляція, залишки моделі стаціонарні та мають нормальний розподіл. Отримане значення коефіцієнта R^2= 0,999 показує відмінну якість моделі, а розраховане середнє значення помилки APE (MAPE =3,97%) підтверджує те, що прогноз зроблений з високою точністю.

Графік прогнозу захворюваності за результатами моделювання наведено на рисунку 1 і свідчить про певну закономірність підйому захворюваності на COVID-19, яка характерна для інфекцій дихальних шляхів і має зв'язок з інкубаційним періодом та накопиченням сприйнятливого до цієї інфекції населення.

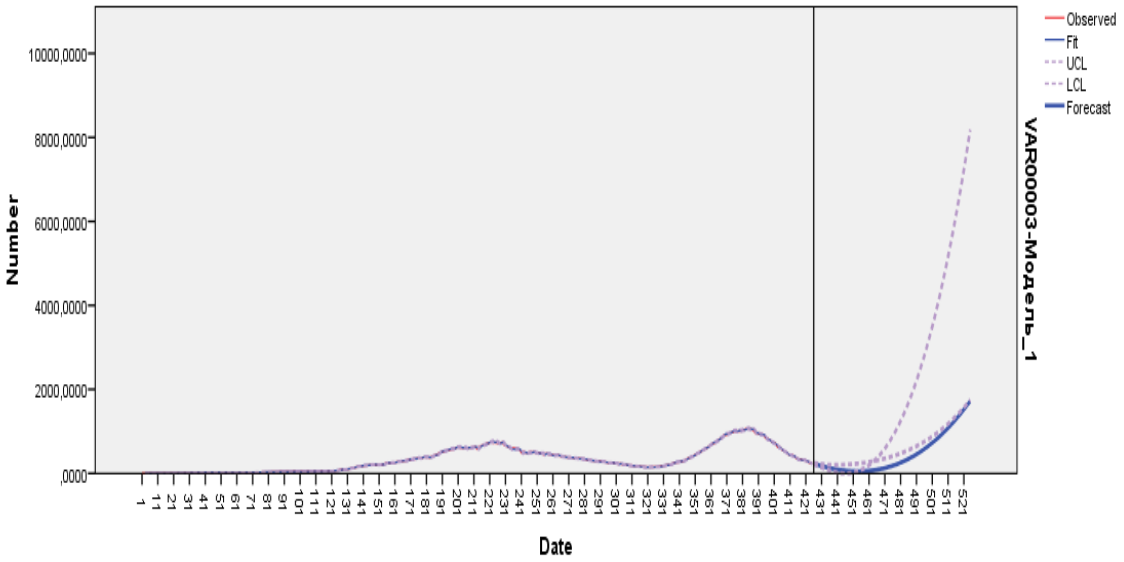


Рис. 1. Прогноз захворюваності на COVID-19 у Харківській області за розробленою моделлю.

Висновки. Запропонована модель прогнозування передбачає черговий підйом захворюваності на COVID-19, що пов'язано з дією біологічних та соціальних факторів. Модель і надалі можна використовувати для прогнозування COVID-19, використовуючи загальноприйняті параметри епідемічного процесу. Вважаємо, що режимно-обмежувальні заходи необхідно підтримувати і в період зниження захворюваності до досягнення високого рівня охоплення профілактичними щепленнями не менше 95 % населення, що безумовно буде сприяти зменшенню активності циркуляції збудника COVID-19.

Перелік посилань:

1. Hao Lei, Xiaolin Xu, Shenglan Xiao, et al. Household transmission of COVID-19-a systematic review and meta-analysis. J Infect. 2020 Dec; 81(6): 979–997.

2. Muhammad Farhan, Bashir Benjiang Ma Bilal, Bushra Komal, et al. Correlation between climate indicators and COVID-19 pandemic in New York, USA Science of The Total Environment. 2020 August; 728(1): 138835. Available at: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138835.

3. Carlos L Correa-Martínez, Stefanie Kampmeier, Philipp Kümpers, et al. A Pandemic in Times of Global Tourism: Superspreading and Exportation of COVID-19 Cases from a Ski Area in Austria. Journal of Clinical Microbiology. 2020 April; 58(6). Available at: https://doi.org/10.1128/JCM.00588-20.

4. Wu JT, Leung K, Leung GM. Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: a modelling study. Lancet. 2020; 395:689–97.

5. Арженовский С. В., Молчанов И. Н. Статистические методы прогнози рования. Учебное пособие / Рост. гос. экон. унив. – Ростов-н/Д., – 2001. – 74 с.

УДК 612.216.1+004.89

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКІСТЬ ТА ТЯЖКІСТЬ ПЕРЕБІГУ COVID 2019

К. І. Попова [1, 2], В. І. Луценко [1, 3], І. В. Луценко [1, 2], М. Ф. Бабаков [1, 3], Иян Ло [1, 4]

[1] Інститут радіофізики і електроніки ім. А. Я. Усикова НАНУ

[2] Комунальний заклад «Центр позашкільної освіти «Вектор» Харківської міської ради»

[3] Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

[4] Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

E-mail: vladislavlutsenko@ukr.net

In this paper, the factors influencing the rate and severity of COVID 2019 are analyzed. The results of

estimates of the correlations between these factors and morbidity and mortality from Covid-19 in the world are presented.

Вступ. Пандемія нового коронавірусне захворювання - COVID-19 от уже майже рік продовжує поширюватися із загрозливою швидкістю, створюючи глобальну надзвичайну ситуацію як в області охорони здоров'я, так і у всіх сферах життя і діяльності людини. Незважаючи на інтенсивні і обширні наукові дослідження [1] ефективних заходів боротьби з цим важким захворюванням поки не знайдені. Це спонукає вчених у всьому світі, що спеціалізуються в різних наукових дисциплінах, до спільної роботи в цій новій, міждисциплінарної галузі науки. Актуальним є виявлення чинників, що впливають на швидкість поширення і тяжкість перебігу цього нового типу вірусної інфекції, що може бути використовано для побудови регресійних моделей їх поширення.

1. Використані бази даних і методика їх аналізу. Для аналізу впливу різні факторів на захворюваність нової коронавирусной інфекцією covid-19 використовувалися офіційні бази даних про захворювання та смертності від цієї хвороби в різних країнах [2], вони доповнювалися за допомогою інтернету даними, що характеризують конкретну країну: кількість населення, його щільність, ВВП (ППС) на душу населення, середню температуру в літній і зимовий періоди. Захворюваність і смертність оцінювалися на 100 тис. населення. Це дозволяло зіставляти дані по різним країнам. Оцінювався вплив на захворюваність і смертність від нової вірусної інфекції щільності населення, рівня його життя, індексу людського розвитку, а також кліматичних умов країни. Оцінювався також вплив надмірної ваги, наявності хронічних захворювань (цукрового діабету, гіпертонії і судинних захворювань). Крім того, з'ясовувалося вплив душового споживання алкоголю і використання в харчуванні спецій, а також наявність домашніх тварин (кішок). Взаємний вплив різних чинників оцінювалося за допомогою регресійного аналізу. Для величин, що мають істотну кореляцію оцінювалися регресійні залежності від досліджуваного фактору.

2 Отримані результати. Результати оцінок коефіцієнтів взаємної кореляції між різними факторами зведені в табл.1. Вони проведені за станом захворюваності і смертності по країнам світу від Covid-19 на 27.08.2021. що дозволяє шляхом їх порівняння з даними на 01.04.2021 [3] встановити стійкість отриманих оцінок.

Таблиця 1 – Вплив на захворюваність та смертність від Covid-19 різних факторів станом на 27.08.2021.

Показник	Захворіло	Смертельні випадки	Видужало	Хворіють
1	2	3	4	5
Захворіло	1			
Смертельні випадки	0,717	1		
Видужало	0,995	0,776	1	
Хворіють	0,420	0,291	0,325	1
ВВП/ на чол., дол.	0,389	0,169	0,383	0,234
ВВП(ППС)/чол., дол.	0,446	0,233	0,444	0,216
Щільність, чол./км²	-0,086	-0,106	-0,079	-0,081
Ііндекс маси тіла	0,646	0,572	0,620	0,493
Середня температура,	-0,474	-0,436	-0,464	-0,257
Смерті від серцевих захворювань	-0,552	-0,417	-0,530	-0,438
Сахарний діабет	0,088	0,031	0,083	0,106
Ожиріння	0,517	0,428	0,504	0,341

Продовження табл. 1.

1	2	3	4	5
Котів	-0,115	0,054	-0,092	-0,159
Душове споживання алкоголю	0,428	0,389	0,426	0,167
ІРЛ	0,656	0,485	0,643	0,351
Рейтинг за освітою	0,550	0,342	0,535	0,256
Індекс грамотності	0,553	0,384	0,537	0,241

Оскільки матриця симетрична щодо діагоналі показані тільки нижні її елементи. Їх аналіз показує, що на захворюваність та тяжкість протікання хвороби більш суттєво впливає не наявність сахарного діабету, а надмірна вага та ожиріння. Величина ВВП пов'язана з захворюваністю та смертністю. Чим вище ВВП (тобто багатша країна), тим вище ці показники, особливо захворюваність. Щільність розташування населення слабко впливає на ці характеристики. Разом з тим є їх залежність від душового споживання алкоголю. Наявність домашніх тварин , зокрема котів практично не впливає на перебіг захворювання.

Висновки. Для країн збільш високим рівнем доходів (ВВП) характерний більш високий рівень захворюваності (скоріш за все пов'язаний з кращим виявленням фактів захворювання). На смертність це впливає в меншій мірі. Як правило, для країн з більш теплим кліматом (більшим рівнем ультрафіолету) характерний менший рівень захворюваності та смертності. Щільність населення не дуже сильно впливає на захворюваність та смертність від COVID-2019. Наявність супутніх захворювань (ожиріння, гіпертонії) сприяє підвищенню рівня смертності при захворюваннях COVID-2019. Підвищене споживання алкоголю негативно впливає на рівень захворюваності і смертності, в той же час підвищення кількості споживання населенням гострих приправ, характерне для бідних країн, позитивно впливає на рівень захворюваності.

Перелік посилань:

1. Пандемія COVID-19. Хімія і економіка. Спеціальний випуск: інформаційно-аналітичний збірник: [Текст] / За редакцією д.е.н. Мізінцевой М.Ф. // ВІНІТІ РАН. - М., Видавництво ВІНІТІ РАН, 2020. - 206 с. ISBN 978-5-00171-093-6.

2. Коронавірус: статистика по країнам . - Електронний ресурс: https://index.minfin.com.ua/ reference/ coronavirus/geography/.

3. Попова К. І Фактори, що впливають на поширення нового типу коронавірусние інфекції Covid-19 / К.І Попова, В.І. Луценко, І.В. Луценко, М.Ф Бабаков // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвячена пам'яті професора Кунченка Ю.П., 25-26травня 2021. м.Черкаси: Тези доповідей. [Електронний ресурс] – Черкаси: ЧДТУ, 2021. –221с. (С.126-128).

УДК 612.44:615.849.2

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СПЕЦІАЛЬНОГО ЛІКУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО РАКА ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ НА ПОЯВУ ВІДДАЛЕНИХ НАСЛІДКІВ З БОКУ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Є. Б. Радзішевська, Н. О. Гордієнко, С. М. Лад
Харківський національний медичний університет,
ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва
Національної академії медичних наук України»,
E-mail: radzishevska314@gmail.com

The standard tactics for the special treatment of differentiated thyroid cancer (THC) consist of the consistent use of surgical treatment, radionuclide therapy, and hormone therapy. Each link in this process

can be the initiator of various complications in the future. The paper demonstrates the use of methods of mathematical statistics to assess the complications of treatment in the form of pathologies of the urinary system using information technology.

Вступ. Диференційований рак щитоподібної залози (ДРЩЗ) є найбільш поширеною пухлиною ендокринної системи. Його розповсюдженість коливається у межах 1,0 - 2,2 % від усіх злоякісних новоутворень. Стандартна тактика спеціального лікування ДРЩЗ складається з послідовного застосування хірургічного лікування, радіонуклідної терапії і гормонотерапії. Теоретично, кожна ланка лікувального процесу може бути ініціатором появи в майбутньому небажаних соматичних наслідків лікування, вивчення яких може сприяти їх запобіганню та корекції [1-4].

Мета роботи – оцінити можливі віддалені ефекти лікування ДРЩЗ у вигляді патологій сечовидільної системи (СВС) на підставі катамнестичних даних тривалого спостереження із використанням сучасних інформаційних технологій.

Матеріали та методи. Підставою для проведення дослідження були катамнестичні дані 157 фізичних осіб, які проходили комбіноване лікування ДРЩЗ в клініці Інституту медичної радіології і онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України з 1993 р. по 2015 р., одержали його у повному обсязі та проходили регулярні скринінгові обстеження після завершення лікування. База даних, сформована для проведення дослідження, містила у максимально доступному обсязі цифровані масиви катамнестичних даних паперових історій хвороби про перебіг та наслідки захворювання пацієнтів із періодом спостереження, що перевищував 1 рік після проведення спеціального лікування. Кількість логічних записів про віддалені наслідки у сформованій базі даних становила 463 одиниці - один запис на один вид віддаленого наслідку кожного з 157 пацієнтів. Статистична обробка даних проводилася за двома напрямками: порівняння частоти зустрічальності патологій СВС до початку лікування та на віддалених термінах після проведеного спеціального лікування й виявлення факторів статистично значущого впливу на появу патологій СВС серед характеристик лікування. Для висунення гіпотез та їх перевірки використовували пакети WizWhy (категорія Data Mining) та пакет програм загального призначення STATISTICA.

Результати та їх обговорення. Аналіз доступних літературних джерел продемонстрував, що існує лише обмежена кількість робіт присвячених стану СВС у хворих на ДРЩЗ. Проте комплексний аналіз віддалених наслідків лікування хворих на ДРЖЗ виявив суттєве статистично значуще підвищення захворювань органів СВС у період 3,75 – 4,8 років після спеціального лікування. Показано, що загальна кількість патологій СВС збільшилася в 2,04 рази по відношенню до захворюваності СВС перед початком спеціального лікування. Вікової залежності ці відмінності не мали: медіана віку пацієнтів до лікування - 51 рік, після лікування – 50 років. Додатково було з'ясовано, що особливої уваги з огляду появи сечокам'яної хвороби потребують пацієнти, у яких на фоні гормонотерапії мають місце або спостерігаються епізоди декомпенсації післяопераційного гіпотиреозу на фоні прийому дози L-тироксину, що не перевищувала 2,5 мкг/кг.

Одержані залежності є доволі прогнозованими, оскільки, по-перше, відомим є факт, що гормони щитовидної залози впливають на нирковий розвиток та фізіологію, і, по-друге, значний відсоток I-131 при радіойодтерапії виводиться з сечею і, депонуючися в сечовому міхурі, може надавати радіоіндукований канцерогенний ефект.

Висновки. Спеціальне лікування ДРЩЗ призводить до збільшення патологій СВС більш ніж удвічі. Термін появи післялікувальних патологій становить 2,5(3,75 – 4,8) років. Групою підвищеного ризику є пацієнти, у яких під час гормонотерапії мають місце або спостерігаються епізоди декомпенсації післяопераційного гіпотиреозу на фоні прийому дози L-тироксину, що не перевищує 2,5 мкг/кг.

Перелік посилань:

1. Pellegriti G, Frasca F, Regalbuto C, Squatrito S, Vigneri R. Worldwide increasing incidence of thyroid cancer: update on epidemiology and risk factors. J CancerEpidemiol. 2013;2013:965212. Doi:10.1155/2013/965212.

2. Показатели качества жизни, психоэмоциональный статус больных диффузным токсическим зобом в отдаленные сроки после радиойодтерапии / А. В. Древаль, О. А. Нечаева, П. И. Гарбузов и др. // Пробл. эндокрин. – 2013. – № 3. – С. 13–18. https://doi.org/10.14341/probl201359313-18.

3. YooS. H. Changes in quality of life and related factors in thyroid cancer patients with radioactive iodine remnant ablation / S. H. Yoo, S. Choi-Kwon // J. Korean Acad. Nurs. – 2013. – Vol. 43, № 6. – P. 801–811. https://doi.org/10.4040/jkan.2013.43.6.801.

4. Long-term treatment-related morbidityin differentiated thyroid cancer: a systematic reviewof the literature / W. Parker, O. Edafe, S. Balasubramanian // Pragmat. Obs. Res. – 2017. – Vol. 8. – P. 57–67. DOI: 10.2147/POR.S130510.

УДК 612.44:615.849.2

РОЗВИТОК ВІДДАЛЕНИХ НАСЛІДКІВ У ВИГЛЯДІ ПАТОЛОГІЙ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ У ПАЦІЄНТІВ, ЯКІ ПРОХОДИЛИ СПЕЦІАЛЬНЕ ЛІКУВАННЯ З ПРИВОДУ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО РАКУ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ

Є. Б. Радзішевська, Л. М. Рисована, С. С. Гранкіна
Харківський національний медичний університет,
ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва
Національної академії медичних наук України»,
E-mail: radzishevska314@gmail.com;

The total onset frequency of gall bladder, liver and pancreatic pathologies was increased by a factor of 1.6 in a statistically significant manner in DTC patients. Potential risk factors were determined using data mining and the WizWhy package. Patients initially presenting gall bladder pathologies underwent shorter cures of hormone therapy, and presented lower levels of L-thyroxin in a context of uncompensated hypothyroidism. A statistically significant relation was established between total duration of breastfeeding in metabolic health disorders and onset of liver pathology in women.

Вступ. На сьогоднішній день диференційований рак щитовидної залози (ДРЩЗ) є найбільш поширеною пухлиною ендокринної системи і становить 1,0-2,2% усіх злоякісних новоутворень [1-2]. Програма спеціального лікування ДРЩЖ передбачає послідовне застосування хірургічного лікування, радіонуклідної терапії (РНТ) та гормонотерапії. При цьому кожна ланка лікувального процесу, теоретично, може стати фактором, що ініціює появу у майбутньому небажаних віддалених наслідків із боку серцево-судинної системи, жіночої полової сфери, опорно-рухівної системи, ендокринної системи, органів зору [3-5]. На тлі досить активного обговорення описаних ускладнень практично відсутні роботи, пов'язані із розладами з боку шлунково-кишкового тракту (ШКТ) у хворих з ДРЩЗ на віддалених термінах після проведеного лікування, хоча результати власних спостережень клініцистів свідчать про досить високу частоту появи цих патологій.

Мета. Оцінити можливі віддалені ефекти лікування ДРЩЗ у вигляді патологій ШКТ на основі катамнестичних даних історій хвороби.

Матеріали та методи. Вивчалися питання щодо розвитку патологічних станів ШКТ на катамнестичних даних 157 пацієнтів з ДРЩЗ, які проходили лікування в клініці Інституту медичної радіології і онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України за стандартною схемою, включаючи РНТ, хірургічне лікування та гормонотерапію.

Результати. Показано, що загальна кількість патологій ШКТ збільшилася в 1,6 рази по відношенню до початкового рівня захворюваності зі статистично значущими змінами у частоті зустрічальності з боку жовчного міхура, печінки та підшлункової залози. Пошук можливих факторів ризику розвитку вказаних патологій проводився з використанням пакетів WizWhy технології пошуку скритих знань Data Mining.

Показано, що у пацієнтів з патологією жовчного міхура була більш низькою тривалість супресивної гормонотерапії (4 місяці проти 13 місяців) та були нижчими дози L-тироксину на тлі некомпенсованого гіпотеріозу (2,3 мкг / кг проти 3,5 мкг / кг). Виявлено статистично значущий зв'язок між сумарною тривалістю лактації при порушенні метаболічного здоров'я у жінок та розвитку у майбутньому патології печінки (переважно - неалкогольного стеатогепатиту).

Висновки. Обов'язковим елементом пожиттєвого післялікувального моніторингу пацієнтів, які лікувалися з приводу ДРЩЗ, повинен бути всебічний аналіз стану органів ЖКТ.

Перелік посилань:

1. Pellegriti G, Frasca F, Regalbuto C, Squatrito S, Vigneri R. Worldwide increasing incidence of thyroid cancer: update on epidemiology and risk factors. J CancerEpidemiol. 2013;2013:965212. Doi:10.1155/2013/965212.

2. Показатели качества жизни, психоэмоциональный статус больных диффузным токсическим зобом в отдаленные сроки после радиойодтерапии / А. В. Древаль, О. А. Нечаева, П. И. Гарбузов и др. // Пробл. эндокрин. – 2013. – № 3. – С. 13–18. https://doi.org/10.14341/probl201359313-18.

3. YooS. H. Changes in quality of life and related factors in thyroid cancer patients with radioactive iodine remnant ablation / S. H. Yoo, S. Choi-Kwon // J. Korean Acad. Nurs. – 2013. – Vol. 43, № 6. – P. 801–811. https://doi.org/10.4040/jkan.2013.43.6.801.

4. Long-term treatment-related morbidityin differentiated thyroid cancer: a systematic reviewof the literature / W. Parker, O. Edafe, S. Balasubramanian // Pragmat. Obs. Res. – 2017. – Vol. 8. – P. 57–67. DOI: 10.2147/POR.S130510.

5. Long-term cardiovascular mortality in patients with differentiated thyroid carcinoma: anobservational study / E. N. Klein Hesselink, M. S. Klein Hesselink, G. H. de Bocketal. // J. Clin. Oncol. – 2013. – Vol. 31. –P. 4046–4053. DOI: 10.1200 / JCO.2013.49.1043.

УДК 616.1:796

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ПОДРОСТКОВ-СПОРТСМЕНОВ

Л. И. Рак[1], А. П. Порван[2], А. Н. Зинченко[2]

[1] ГУ «Институт охраны здоровья детей и подростков НАМН Украины»

[2]Национальный аерокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»

E-mail: larisarakdoct@ukr.net, a.porvan@khai.edu

The paper considers an approach to determining the relationship between the state of the vascular endothelium function, indicators of physical development and functional state of the heart in children involved in the sports sections of martial arts.

Введение. Высокий уровень заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) во всех индустриально развитых странах, включая Украину, диктует необходимость поиска новых путей в системе их профилактики [1]. В эпидемиологических исследования, как одномоментных, так и перспективных, обнаружено более 200 факторов средовых, наследственных, патофизиологических и патобиохимических, в той или иной степени способствующих развитию ССЗ. Значимость проблемы факторов риска также определяется угрозой инвалидизации молодых спортсменов. При этом нарушение толерантности к физическим нагрузкам остаются главными модифицируемыми факторами риска ССЗ для подростков. Среди факторов, обеспечивающих адаптацию организма к напряженной мышечной деятельности, ведущая роль принадлежит регулярной физической активности, состоянию аппарата кровообращения и вегетативной регуляции [2, 3]. Поэтому, исследование взаимосвязи параметров сердечно-сосудистой системы с функциональным состоянием подростков-спортсменов является актуальной задачей.

Цель работы: определить взаимосвязь между состоянием функции эндотелия сосудов и показателями физического развития и функционального состояния сердца у детей, занимающихся в спортивних секциях единоборств.

Материал и методы исследования. Было обследовано 76 детей от 12 до 17 лет в условиях клиники ГУ «Институт охраны здоровья детей и подростков НАМН Украины», мальчиков -52 человека, девочек - 24. Работа проведена в соответствии с принципами биоэтики и деонтологиия на основании международных документов, касающихся проведения клинических исследований, принципов

Гельсингской декларации о правах человека, Совета Европы о правах ребенка и Законов Украины. Для проведения исследования получено информированное согласие от родителей детей и подростков старше 14 лет. Все подростки были разделены на две группы: в первую вошли подростки, которые занимаются спортом, регулярно (не менее 3 раз в неделю) посещая секции боевых единоборств (21 человек). Во вторую – подростки, которые не имеют физических нагрузок, кроме занятий физкультуры в школе 1 - 2 раза в неделю (55 человек). Оценивались антропометрические показатели детей: рост, вес, индекс массы тела (ИМТ),окружность грудной клетки, ширина плеч, окружность плеча на уровне бицепса, длина руки, длина ноги, окружность талии и бедер. Морфометрические и гемодинамические показатели сердца исследовались с помощью ЭХОКГ+ДопплерЭХОКГ (на аппарате SA-8000 Live фирмы “Medison”, Корея). Состояние эндотелиальной функции оценивалось по степени эндотелийзависимой вазодилатации в пробе с окклюзией с помощью ДопплерЭХОКГ.

С целью определения адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы подростков проводились функциональные пробы Руфье, клино-ортостатическая (КОП) и тест «6-минутная ходьба» (6-МХ). Проба Руфье проводится детям и подросткам для определения группы физкультуры в школе или другом учебном заведении (Наказ МОЗ та МОН України № 518/674 від 20 липня 2009 року). КОП на основании изменений ЧСС и АД при переходе из горизонтального в вертикальное положение характеризует вегетативное обеспечение деятельности. Тест «6-МХ» входит в обследование кардиологических больных, его результаты отражают качество жизни больных и степень хронической сердечной недостаточности. Парный тест «6-МХ» позводяет оценить толерантность пациентов к длительной нагрузке, их выносливость. Проба с окклюзией показывает, как расширяется артерия под действием эндогенного сосудорасширяющего фактора (оксида азота) и позволяет выявить эндотелиальную дисфункцию. Нормальная эндотелийзависимая вазодилатация, при которой наблюдается прирост диаметра артерии на 10 % и более [4] свидетельствует о хорошей эластичности сосудов и хороших резервах сосудистой системы.

Результаты. Установлено, что показатели функции сосудистого эндотелия имели различные корреляционные взаимосвязи с антропометрическими характеристиками и функциональными показателями сердца у подростков-спортсменов и детей без дополнительных физических нагрузок. Так, диаметр плечевой артерии у спортсменов коррелировал с показателями физического развития: с ростом (R=0,824, p= 0,023) и массой тела (R=0,767, p= 0,044), с длиной руки (R=0,929, p=0,002) и длиной ноги (R=0,837, p=0,019), окружностью грудной клетки (R=0,787, p=0,036), окружностью плеча (R=0,897, p=0,006). Уровни систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД) были обратно пропорциональны приросту диаметра артерии (R= -0,856, p=0,030; R= -0,839, p= 0,03; соответственно).

Результаты теста «6МХ» коррелировали с показателями пробы с окклюзией артерии. Так, величина дистанции, которую подростки проходили за 6 минут, коррелировала со скоростью кровотока в систолу в покое VC (R= -0,924, p=0,008); и в систолу (VC), и диастолу (VD) после пробы (R= - 0,819, p=0,046; R= -0,907, p= 0,013; соответственно). Изменения САД после теста «6МХ» тоже коррелировали с диаметром артерии в покое и после пробы (R=0,879, p= 0,021), (R= -0,820, p= 0,046), соответственно. Аналогичные взаимосвязи выявлено между ДАД и приростом диаметра артерии после окклюзии (R= -0,835, p= 0,039). Данные корреляционные взаимосвязи показывают, что больший прирост САД и ДАД сопровождается ухудшением сосудорасширяющей функции эндотелия. Это подтверждает известный факт коморбидности артериальной гипертензии и эндотелиальной дисфункции.

У подростков-неспортсменов диаметр плечевой артерии и эндотелиальная функция также зависели от антропометрических показателей. Так, ширина плечей коррелировала с диаметром артерии после окклюзии (R=0.706, p=0.015) и скоростью кровотока в артерии в систолу VC (R=0,584, p=0.046).

Длина руки – с систолической и диастолической скоростями кровотока в артерии после окклюзии VC (R=0.598, p=0.040), и VD (R=0.627, p=0.029). Окружность грудной клетки – с диаметром артерии после пробы (R=0.691, p=0.018), а також со скоростями кровотока в систолу и диастолу VC (R=0.674, p=0.016), VD (R=0.613, p=0.034). Окружность плеча прямо коррелировала систолической скоростью кровотока после окклюзии VC (R=0.759, p=0.004), а окружность талии – с диастолической VD (R=0.602, p=0.038).

На изменения скоростей сосудистого кровотока после окклюзии прямое влияние оказывал уровень САД в вертикальном положении, который коррелировал с VC (R=0.578, p=0.049) и VD (R=0.586, p=0.045), а систоло-диастолическое соотношение Ratio корелировало с приростом САД в КОП (R=0.840, p=0.001).

В отличие от детей, посещающих спортивные секции, в этой группе не зафиксировано взаимосвязь между уровнями АД и состоянием энтотелиальной функции.

У подростков-неспортсменов показатели функции сосудистого эндотелия коррелировали с некоторыми морфофункциональными параметрами сердца. Так, толщина межжелудочковой перегородки сердца коррелировала с показателями ЧСС (R= -0.659, p=0.038) и соотношения скоростей кровотока в систолу и диастолу после окклюзии_Ri (R=0.864, p=0.001); конечный диастолический размер левого желудочка сердца (КДР) коррелировал с диаметром артерии и скоростью кровотока в систолу после окклюзии (R=0.613, p=0.045; R=0.719, p=0.013).

У подростков-спортсменов показатель ЧСС в покое, как и индекс Руфье, обратно коррелировали с расстоянием, пройденным за первые 6 минут (R= -0,673, p= 0,047; R= -0,800, p= 0,010; соответственно). Это свидетельствует о том, что высокая ЧСС в покое ухудшает результаты теста «6МХ» и отражает снижение толерантности к физической нагрузке. Аналогичная закономерность наблюдалась и среди детей-неспортсменов, у которых ЧСС покоя обратно коррелировала с дистанцией в тесте «6МХ» (R= -0,760, p= 0,018).

Выводы. В результате проведенного анализа установлено, что диаметр плечевой артерии в покое у спортсменов коррелировал с рядом антропометрических характеристик, таких как рост и масса тела, длина ноги, длина руки, окружностью грудной клетки и окружностью плеча. Но степень эндотелийзависимой вазодилатации от этих показателей не зависела. Прирост диаметра артерии в пробе обратно пропорционально зависел от уровней САД и ДАД в покое и после теста «6МХ».

У детей-неспортсменов выявлены взаимосвязи между эндотелийзависимой вазодилатацией и антропометрическими показателями. На прирост диаметра артерии в пробе с окклюзией у них влияли ширина плечей и окружность грудной клетки, а длина руки, окружность плеча и окружность талии коррелировали с показателями кровотока после пробы. САД, КДР и ТМЖП также коррелировали с показателями скорости кровотока и их соотношением после окклюзии. В обеих группах пол и возраст подростков не влиял на параметры функции эндотелия.

Таким образом, антропометрические характеристики подростков-спортсменов не влияют на состояние эндотелиальной функции, которое в большей мере зависит от АД и его изменений при физической нагрузке. У подростков-неспортсменов наблюдается взаимосвязь между некоторыми антропометрическими показателями и параметрами сердца и эндотелийзависимой вазодилатацией.

Перечень ссылок:

1. Decade of healthy ageing. // WHO. - https://www.who.int/docs/default-source/documents/decade-of-health-ageing/decade-ageing-proposal-ru.pdf - Available at 30.09.21.

2. Situation of child and adolescent health in Europe 2017. // WHO. - https://www.euro.who.int/ru/health-topics/Life-stages/child-and-adolescent-health/publications/2018/situation-of-child-and-adolescent-health-in-europe-2018. 241 p.

3. Van Praagh. Short-Term Muscle Power DuringGrowth and Maturation // Sports Medicine. 2002. Vol. 32. Issue 11. P. 701-728.

4. Celermajer D. S., Sorensen K. E., Gooch V. M. et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis // Lancet , 1992. Vol.340. P.1111-1115.

УДК 616.61:616.379-008.64-092

СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО БАЛАНСУ У ХВОРИХ НА ДІАБЕТИЧНУ НЕФРОПАТІЮ

П. С. Семенових, А. О. Несен, Ю. С. Якименко, О. М. Щенявська
ДУ «Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України», м. Харків
проспект Любові Малої 2а, м. Харків, 61039, тел. (050) 750 23 28
E-mail: polinasemenovykh@ukr.net

The paper presents the results of a study of the state of prooxidant-antioxidant balance in patients with diabetic nephropathy depending on the functional state of the kidneys and structural and functional changes in the heart

Вступ. ЦД 2 типу становить близько 90 % всіх випадків діабету і, представляє собою системне кардіоренометаболічне захворювання, яке характеризується розвитком серцево-судинних і ниркових ускладнень [1]. Зокрема, діабетична хвороба нирок, або діабетична нефропатія (ДН) супроводжується специфічним ураженням як клубочків нирок, так і тубуло-інтерстиціальної тканини, і призводить до прогресивного зниження фільтраційної функції нирок та розвитку термінальної ниркової недостатності.

Результати численних досліджень останніх років довели безперечну роль оксидативного стресу (ОС) як важливого фактора патогенезу мікросудинних ускладнень ЦД. В науковій літературі накопичено значну кількість даних про роль ОС в якості провідного чинника патогенезу багатьох захворювань, в тому числі і хронічної хвороби нирок [2, 3].

ОС – процес пошкодження активними формами кисню різних органів і тканин на клітинному рівні - виникає в результаті дисбалансу функціональної активності прооксидантної і антиоксидантної систем, які сприяють і перешкоджають окисленню.

В ряді досліджень продемонстровано новий високоефективний метод оцінки ОС шляхом розрахунку показника прооксидантно-антиоксидантного балансу (ПАБ) крові. Останній визначається як співвідношення вмісту тотальних гідропероксидів (ТГП) до тотальної антиоксидантної активності (ТАА) [2, 3].

У зв'язку з вищезазначеним, метою роботи було дослідження стану ПАБ у хворих на ДН в залежності від функціонального стану нирок та структурно-функціональних змін серця.

Виконання поставленої мети передбачало вирішення наступних задач:

1. визначити рівнів тотальної антиоксидантної активності (ТАА), тотальних гідропероксидів (ТГП) та стану ПАБ у хворих на ДН;
2. дослідити зв'язки показників оксидативного стресу з функціональним станом нирок та структурно-функціональними параметрами серця.

Основна частина. В процесі виконання дослідження обстежено 48 хворих на ДН, 15 хворих на гіпертонічну хворобу (ГХ), що перебували на лікуванні в клініці ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т.Малої НАМН України». Контрольну групу склали 20 здорових осіб.

Прооксидантно-антиоксидантний баланс сироватки крові розраховували як співвідношення вмісту тотальних гідропероксидів (ТГП) та тотальної антиоксидантної активності (ТАА) [4].

Вміст ТГП (мкМоль/л) визначали колориметричним методом в реакції з пероксидазою хрону з використанням у якості хромогенного субстрату 3,3,5,5-тетраметилбензидіну дігідрохлориду (ТМБ). Діапазон вимірювання (5,0-1000) мкМоль/л, чутливість 5,0 мкМоль/л.

ТАА (мкМоль тролокс-еквівалент) визначали колориметричним методом за реакцією з персульфатом амонію з використанням ТМБ у якості хромогенного субстрату. Діапазон вимірювання (10,0-700,0) мкМоль тролокс-еквівалент, чутливість 10,0 мкМоль тролокс-еквівалент.

Вимірювання оптичної щільності проводили на напівавтоматичному імуноферментному аналізаторі «Immunochem-2100» (США) (зав. №501322057FSE, 2012 р. вип.).

Як показали результати дослідження, у хворих на ДН має місце вірогідне зниження ТАА крові в порівнянні з групою контролю. Так, ТАА в основній групі склала 370,6 [211,1; 424,2] мкМоль/л проти 670,4 [520,6; 784,8] мкМоль/л у здорових осіб, $p<0,05$. В групі хворих на ГХ рівень ТАА крові також був нижчим, ніж в контролі і становив 548,5 [412,1; 693,2] мкМоль/л. Проте, ці зміни не були вірогідними, $p>0,05$.

З метою дослідження прооксидантної активності крові пацієнтів на ЦД з ураженням нирок досліджувались рівні ТГП. Зокрема, у хворих на ДН виявлено підвищення рівня ТГП в порівнянні з групою контролю. Так, рівень ТГП в основній групі склав 132,9 [96,5;147,6] мкМоль/л, контроль 98,4 [72,2; 110,8] мкМоль/л, $p<0,05$.

При дослідженні ТГП в групі хворих на ГХ була виявлена тенденція до зростання даного показника в порівнянні зі здоровими особами. Рівень ТГП в даній групі становив 105,6 [93,7; 119,6] мкМоль/л, $p>0,05$ (рис. 1).

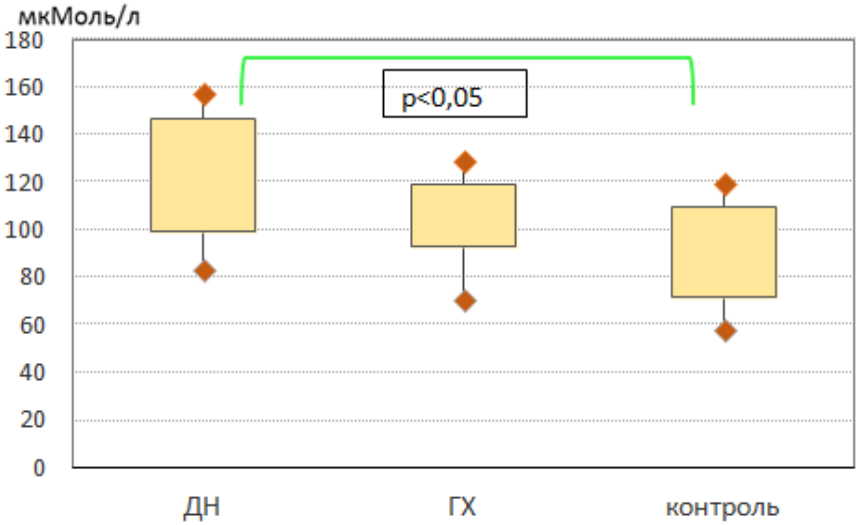


Рис. 1. Рівень ТГП в сироватці крові хворих на ДН, ГХ та здорових донорів

В крові хворих на ДН було виявлене значне підвищення ПАБ в порівнянні з групою контролю. Так, показник співвідношення ТГП/ТАА у хворих на ЦД 2 типу з ДН склав 0,35 [0,45; 0,34] мкМоль/л, контроль 0,14 [0,13; 0,14] мкМоль/л, $p<0,05$. У хворих групи порівняння (ГХ) показник ПАБ склав 0,3 [0,4; 0,2] мкМоль/л.

При проведенні кореляційного аналізу досить сильні прямі кореляційні зв'язки були виявлені між тривалістю ЦД та показником компенсації вуглеводного обміну глікозильованим гемоглобіном ($R = 0,64$, $p < 0,05$).

При аналізі взаємозв'язків рівня ПАБ та параметрів функціонального стану нирок виявлено позитивні кореляційні зв'язки з рівнями креатиніну та негативні зі швидкістю клубочкової фільтрації ($R = - 0,54$, $p < 0,05$). Крім того, кореляційний аналіз виявив прямий зв'язок між ПАБ та лінійними розмірами серця, зокрема, ТЗСЛШ ($R=0,35$, $p<0,05$).

У хворих на ДН виявлені позитивні кореляційні зв'язки ПАБ з ММЛШ ($R=0,44$, $p<0,05$); та ІММЛШ ($R=0,36$, $p<0,05$).

У хворих групи порівняння вірогідних кореляційних зв'язків зі структурно-функціональними параметрами серця виявлено не було.

Висновки: У хворих на ЦД 2 типу з ураженням нирок має місце зростання ПАБ крові за рахунок зниження ТАА та підвищення рівня ТГП в порівнянні з групою контролю.

Отримані дані вказують на взаємозв'язок ПАБ з функціональним станом нирок, параметрами компенсації ЦД та структурно-функціональними характеристиками лівого шлуночка серця. Ймовірно, зростання ПАБ може розглядатись як ранній маркер розвитку серцево-судинних та ниркових уражень при ЦД 2 типу.

Перелік посилань:

1. Diabetic nephropathy: An update on pathogenesis and drug development / A/L B Vasanth Rao V.R., Tan S.H., Candasamy M., Bhattamisra S.K. // Diabetes Metab Syndr. – 2019. - Vol.13(1). - P.754-762. doi: 10.1016/j.dsx.2018.11.054.

2. Oxidative Stress and Renal Fibrosis: Mechanisms and Therapies / Su H., Wan C., Song A. [et al.] // Adv Exp Med Biol. - 2019. - Vol.1165. - P.585-604. doi: 10.1007/978-981-13-8871-2_29.

3. Oxidative stress in chronic kidney disease / Daenen K., Andries A., Mekahli D. [et al.] // Pediatr Nephrol. - 2019. - Vol.34(6). - P.975-991. doi: 10.1007/s00467-018-4005-4.

4. A novel assay for the evaluation of the prooxidant-antioxidant balance, before and after antioxidant vitamin administration in type II diabetes patients / Alamdari D.H., Paletas K., Pegiou T. [et al.] // Clin. Biochem. – 2007. – Vol. 40(3-4). – P. 248-254. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2006.10.017.

УДК 616.71-001.5-089.2-036

МІЦНІСТЬ ФІКСАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ ТА ПОЛІМЕРНИХ PLA/PGA ГВИНТІВ В КІСТКОВІЙ ТКАНІ ПРИ ОСТЕОСИНТЕЗІ ПЕРЕЛОМІВ ДОВГИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК

О. Г. Шайко-Шайковський [1], О. Г. Дудко [2], В. Є. Кривоносов[3], О. М. Сорочан[4]
[1]Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
[2] Буковинський державний медичний університет,
[3]Азовський морський інститут НУ Одеська морська академія,
[4]Приазовський державний технічний університет
E-mail: shayko@bk.ru, dudko.oleksii@gmail.com,yhtverfoo7@ukr.net, sorochanen777@gmail.com

Mechanical strength of fixation in long tubular bones for screws made of stainless steel and PGA/PLA polymer was studied by means of specially developed technique. The specimens were prepared in vitro using standard AO technique and instruments. Fixation was tested for 3,5 mm and 4,5 mm screws in pig bones using universal tensile test machine MR-05. For polymeric screws mechanical parameters were lower, but acceptable for areas with low weight bearing with application of additional external support.

Вступ. Щороку кількість переломів кінцівок, що потребують внутрішньої фіксації прогресуюче зростає, що стає значним тягарем навіть для країн з потужною економікою [1]. Лікування переломів – тривалий і вартісний процес, і оперативному лікуванню та його оптимізації приділяється чимало уваги, зокрема і з застосуванням таких методик, як математичне і комп'ютерне моделювання [2, 3]. Процес зрощення переломів в значній мірі залежить від стабільності фіксації кісткових відламків. Гвинти є основними фіксуючими засобами, які можуть застосовуватися або ізольовано, або в поєднанні з іншими конструкціями, зокрема пластинами, інтрамедулярними цвяхами, спицями, дротяним серкляжем, тощо. Від кількості та положення введених гвинтів в значній мірі залежать механічні напруження в ділянці перелому і сам процес його зрощення [4, 5]. Тому міцність фіксації гвинтів в кістці є важливим параметром, що впливає на міцність утримування кісткових відламків. В останні роки застосовуються гвинти виготовлені з різних металевих сплавів та полімерних матеріалів з різними фізико-механічними параметрами. В дослідженні було проведено визначення міцності фіксації гвинтів виготовлених з нержавіючої сталі медичного призначення та біодеградуючих полімерних гвинтів PGA/PLA.

Основна частина. Дослідження було проведено в лабораторії кафедри загальної фізики національного Чернівецького університету ім. Ю. Федьковича сумісно з кафедрою травматології та ортопедії Буковинського державного медичного університету. Було відібрано типові розміри кортикальних гвинтів, що застосовуються в клінічній практиці, з діаметрами 3,5 мм та 4,5 мм. Зараз найбільш широкого застосування для остеосинтезу переломів набули металеві гвинти виготовленні з нержавіючої сталі стандарту 316 L (® NET). Нами вони були включені у дослідження, і використовувалися як група порівняння. Основною групою були сучасні біодеградуючі полімерні гвинти PGA/PLA (® Bioretec) тих самих типорозмірів, які зараз набувають широкого застосування. По розробленій методиці гвинти вводилися монокортикально на глибину 3 витків. Для дослідження використовувалися свіжі стегнові кістки свиней. На універсальній розривній машині МР-05 (в-во Іваново) проводився тест на висмикування введеного гвинта, з визначенням максимальної сили, яка при цьому прикладалася. Наступним етапом застосовувалася методика математичного моделювання для розрахунку міцності фіксації в трубчастих кістках різних розмірів та діаметрів.

Всього було проведено 4 серії досліджень по 7 випробувань. Свинячі кістки фіксувалися у спеціальному утримувачі, а головка гвинта фіксувалася в захваті універсальної розривної машини МР-05. Для запобігання пошкодження головки полімерного гвинта остання була захищена металевою шайбою. Для підготовки зразків для дослідження використовувалася стандартна методика АО (міжнародної Асоціації Остеосинтезу). Згідно якої в кістці проводився отвір свердлом діаметром 2,5 мм і за допомогою мітчика нарізалася різьба. Після чого, за допомогою стандартної операційної гексагональної викрутки вводився гвинт діаметром 3,5 мм на глибину 3 витків різьби. Біодеградуючі полімерні гвинти PLA/PGA вводилися в кістку за аналогічною методикою, але з застосуванням набору інструментів ® Bioretec ® ActivaScrew. Для гвинтів діаметром 4,5 мм використовувалася аналогічна методика, але канал у кістці було проведено за допомогою свердла діаметром 3,5 мм. Середні параметри на висмикування гвинтів з кісткової тканини для полімерних гвинтів PGA/PLA діаметром 3,5 мм були 26,7±10,2 кгс, що було на 55,6 % менше ніж для гвинтів з нержавіючої сталі. Для гвинтів діаметром 4,5 мм ця різниця становила 59,3 %. Для кісток більшого діаметру параметри міцності фіксації в кістковій тканині були пропорційно вище.

Висновки. Хоча міцність фіксації полімерних гвинтів PLA/PGA була нижчою ніж металевих гвинтів, але отримані результати вказують на те, що даних параметрів достатньо для остеосинтезу переломів в ділянках, що не піддаються значним фізичним навантаженням за умов застосування тимчасової зовнішньої іммобілізації. З цією метою полімерні біодеградуючі гвинти можуть застосовуватися або ізольовано, або у поєднанні з металевими конструкціями, що може сприяти покращенню фіксації кісткових уламків.

Перелік посилань:

1. Murray Christopher JL. (2013). The State of US Health, 1990-2010. Burden of diseases, injuries, and risk factors. JAMA, 310 (6), 591–608.

2. Шайко-Шайковський О.Г. Моделювання та оцінка параметрів напружено-деформованого стану накісткових конструкцій для остеосинтезу/О.Г. Шайко-Шайковський, М.Є. Білов, І.С.Олексюк, О.Г.Дудко// Літопис травматології та ортопедії, - № 1-2, - 2014, -С.226.

3. Белов М.Е. Методика автоматизированного моделирования и оптимизация размещения фиксирующих элементов на корпусе пластины при накостном остеосинтезе/М.Е.Белов, В.М.Василов, А.Г.Дудко, И.С.Олексюк, А.Г.Шайко-Шайковский//Травма, -т.15,-No3,- -2014, - С.23-26.

4. Олексюк І.С. Методика визначення оптимальних варіантів фіксації накісткових пластин при остеосинтезі поперечних діафізарних переломів / І.С. Олексюк, С.В. Білик, О.Г. Дудко, О.Г. Шайко-Шайковський //Клінічна та експериментальна патологія. – 2017. – Т.16, № 2 (60), ч. 2. – С. 50–51.

5. Дудко О.Г. Вплив механічних факторів при накістковій фіксації ділянки перелому на процес його консолідації /О.Г. Дудко, О.М. Сорочан, О.Г. Шайко-Шайковський // Наука та виробництво: міжвуз. тем. зб. наук пр. Вип. 20/ ДВНЗ "ПДТУ". - Маріуполь, ПДТУ. - 2019. - С. 144-148.

УДК 616.13-089

СТЕНТУВАННЯ ЯК СУЧАСНИЙ СПОСІБ ЛІКУВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ

І. Ю. Ярмоленко, О. К. Білошицька
Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: yarmolenko.iryna@lll.kpi.ua

The given work is devoted to analysis of stenting as a way to treat atherosclerosis. Reasons for blockage of coronary arteries and in-stent restenosis are described. It has been shown that drug eluting stents are the most recent improvement in the field of stenting. The aim of this thesis is to analyze development of stenting and possible future improvements.

Згідно із даними МОЗ України у 2018 році близько 400 тисяч українців померли від серцевих захворювань та ураження системи кровообігу. Майже 70% смертей є наслідком атеросклеротичних або ішемічних хвороб серця. Дані хвороби виникають внаслідок того, що на коронарних артеріях серця з часом утворюються атеросклеротичні бляшки, які здатні звузити просвіт кров'яного русла, що призводить до кисневої нестачі серця [1]. Для лікування даних закупорень активно застосовують установку в просвіт спеціального каркасу (стенту). Найчастіше такі стенти виготовляють з металів, проте чужорідний для організму матеріал може викликати запальні реакції або не володіти необхідними властивостями. Тому метою даної роботи є аналіз розвитку та вдосконалення стентування як способу лікування атеросклерозу.

Розвиток атеросклерозу пов'язаний із загальними порушеннями обміну ліпідів. При цьому в крові протягом тривалого часу (або періодично) збільшується вміст холестерину, особливо фракцій ліпопротеїнів низької та дуже низької щільності. Це спричинює відкладання холестерину та інших ліпідів у внутрішню оболонку артерій з подальшою глибокою зміною їх будови, з подальшим утворенням атеросклеротичних бляшок. Кількість і розміри їх поступово збільшуються, одночасно в них відбувається розростання сполучної тканини, що призводить до ущільнення бляшок [1].

Найбільш поширеним видом лікування атеросклерозу в минулому столітті було розширення балонним катетером звуженої ділянки судини механічним шляхом. Проте недолік методу полягав у необхідності прикладення зусилля для ефективного розширення, що дуже часто викликало розшарування стінки судини. Тому використання стентів у якості опори судин стало справжнім

проривом у галузі медицини. Однак доволі швидко виявилось, що у великої кількості пацієнтів з імплантованими стентами виникає рестеноз, тобто повторне звуження судин.

Рестеноз після коронарної ангіопластики – більш поступовий процес, викликаний пошкодженням судин. Основними патогенетичними механізмами його розвитку є еластичне спадання просвіту судини, пристінкове тромбоутворення і гіперплазія неоінтими, що призводять до патологічного ремоделювання стінки судин. Для того аби після вживлення стенту в живу тканину не виникало запалень, що призводять до рестенозу, було створено стенти з полімерним покриттям, у товщі якого знаходився лікарський препарат (англ. Drug eluting stents). Саме така конструкція дозволила дозовано, протягом довгого часу створювати високу концентрацію препарату для пригнічення надмірного розмноження клітин [2].

Особливості вивільнення лікарської речовини безпосередньо залежать від методу її нанесення на металеву поверхню. У випадку фізичної адсорбції препарату на поверхню металу або в пори стента вихід в навколишнє середовище може відбуватися способом простої дифузії. Різниця полягає в тому, що на пористу поверхню, що має більшу площу в порівнянні з рівною поверхнею, можна завантажити більше препарату.

Швидкість вивільнення лікарського препарату з середини полімерів залежить від товщини шару полімеру і швидкості його біодеградації, а в разі хімічного прикріплення препарату до поверхні – лімітується швидкістю розщеплення хімічних зв'язків.

Поява багатокомпонентних полімерів стала наступним перспективним напрямком удосконалення стентів з лікарським покриттям. Дедалі частіше покриття стенту містить комбінацію полімерів: ліпофільний полімер, що контролює рівномірне виділення препарату, гідрофільний з високим ступенем біосумісності та ще один гідрофільний полімер для кращого виділення препарату. Поєднання ліпогідрофільних якостей покриття сприяє високій біосумісності та довготривалому виділенню препарату [3].

Подальші дослідження довели, що повністю досить підтримувати кровоносну судину тимчасово, оскільки травмована тканина судини заживає, а клітини гладкої мускулатури регенерують і повторно виконують завдання з підтримки кровоносної судини. Таким чином, стенту немає необхідності залишатися довше, ніж необхідно, в просвіті судини. Крім того, метали в артерії здатні порушувати вазомоторну функцію судини, а при взаємодії організму з деякими домішками сплавів (нікель) може виникати розростання тканин.

Саме тому наступним кроком у розвитку стентування стала розробка відповідного конструкційного матеріалу для біодеградуючих стентів і об'єднання його з полімерним покриттям, яке забезпечує контроль за руйнуванням стенту. Такі стенти можуть виготовляти на основі сплавів заліза, магнію та поліестеру, що має здатність до біодеградації. В основі поліестеру знаходиться полімолочна кислота (PLA), полігліколева кислота (PGA), полікапролактон (PCL). При цьому біодеградуючий поліестер може бути повністю або частково нанесений на поверхню матриці сплаву на основі заліза чи іншого металу. Альтернативно, матриця сплаву може мати порожнину або паз, і тоді поліестер може бути встановлений (вбудований) в порожнину або паз [4].

Незважаючи на розвиток технологій стентування та появу біодеградуючих стентів, усе ще існує необхідність моніторингу імплантованого стенту з метою подальшої профілактики захворювань серцево-судинної системи. Дистанційний контроль внутрішньо судинних параметрів, таких як швидкість кровотоку, тиск, а за необхідності і біохімічних параметрів, наприклад, рівня глікемії чи деяких пептидів значно полегшив би контроль стану пацієнта, адже нині практично неможливо виявити порушення функціонування імплантованого стенту до виникнення серйозних наслідків. Для того, щоб здійснювати дистанційний контроль внутрішньо судинних параметрів, можна створити стент з інтегрованими датчиками, які би фіксували різницю тиску та потоку крові в імплантаті. Для створення інтегрованого в стент датчика можна скористатись технологією мікроелектромеханічних систем (МЕМС). Дана технологія дозволить створити датчик на основі кремнієвої підкладки з використанням технології мікроопрацювання, розміри такого елемента не будуть перевищувати 100 мкм [5].

На сучасному етапі стентування вважається одним з найефективніших способів лікування закупорки судин. Даний метод пройшов декілька етапів розвитку: від звичайних металевих стентів до стентів з лікарським покриттям та стентів із здатністю до біодеградації. Однак стенти все ще мають значний недолік у вигляді відсутності можливості контролю внутрішньо судинних параметрів. Для

усунення даної проблеми можна додати в стенти інтегровані датчики, які б здійснювали функцію моніторингу та контролю параметрів.

Перелік посилань:

1. Хенч Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенч, Д. Джонс. – М.: Техносфера, 2007. – 301 с.

2. Артеріальний рестеноз [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://elibrary.ru/item.asp?id=30480045.

3. Стенти з біодеградуючим полімерним покриттям [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://cyberleninka.ru/article/n/stenty s-biodegradiruemym-pokrytiem-preimuschestva-i-nedostatki.

4. Клінічне застосування біодеградуючих стентів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskiy-opyt-primeneniya biorezorbiruemyh-koronarnyh-stentov\.

5. Майбутнє судинних стентів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/advs.201900856.

Секція 4

СУЧАСНІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ, БІОЛОГІЇ, ПСИХОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ. M-HEALTH.

UDC: 004.94

«FUNCTIONAL DISEASES 1.0» INFORMATION SYSTEM

H. Dobrorodnia [1], L. Rysovana [2]
[1]Private entrepreneur "Доброродня Ганна Сергіївна"
[2]Kharkiv National Medical University

Diseases of energy balance are one of the most common energy disorders of the human condition. The article presents the "Functional Diseases 1.0" information system, which allows to obtain a description of human energy disorders, taking into account individual characteristics and to determine the degree of energy imbalance of the human body, which provides early diagnosis of the human condition.

The trend of modern information technologies leads to constant progress and, as a consequence, the growing complexity of information systems used to diagnose the state of the human body. The main parameters of such systems are fast processing and analysis of information, its storage and transmission over any distance. Along with the constant improvement of information tools, the mathematical apparatus that underlies such information systems is also improving.

Against the background of global changes in the development of our country, there is significant progress in health care. Early diagnosis of the human condition is important, which allows you to identify the disease at an early stage and prevent complications. The functional state of a person is characterized by many factors and parameters and incomplete certainty of parameters, which complicates the task of making decisions on diagnosis. To improve the quality of diagnosis of functional disorders, the issue of developing new information tools and appropriate mathematical apparatus becomes relevant.

The physiological basis of the human body includes many different processes, such as synthesis and analysis of nutrients, processes of nervous and humoral regulation, and so on. However, none of these functions would be possible without the existence in the body of energy reserves and its distribution. Changes in the functioning of organs and subsystems of the body, as well as the work of the body as a whole significantly affect energy homeostasis. As long as there is compensation for the process, the body is able to return to its original state and, as long as this ability is maintained, the signs of the disease may not appear. As soon as the body loses the ability to return to its original state, decompensation is manifested and signs of the disease appear [1-2]. Self-regulation, as a property of the system to maintain internal stability in relation to external factors, is closely related to the balance of energy processes, which is the main criterion for diagnosing objects.

Known information systems for diagnosing the human body are quite narrowly focused and poorly characterize and assess the condition of a person with a violation of energy balance. Thus, the issue of early diagnosis of energy imbalances in the human body remains unresolved.

The aim of the work is to develop the "Functional diseases 1.0" information system for diagnosis of the human body in terms of balance of energy processes.

The development of the "Functional diseases 1.0" information system for early diagnosis of human energy imbalance was carried out in Visual Studio Code in PHP and JavaScript programming languages under the Laravel Framework 5.0 based on the principles of object-oriented programming for use in Windows 7, 8 , 10. MySQL is selected as a DBMS. A fragment of the implementation of the "Functional diseases 1.0" information system is presented in Fig.

The developed information system is based on the method of discriminant functions (to develop a model for determining the degree of energy disturbance in terms of energy storage), the method of multidimensional scaling (to analyze the state of the human body), the method of sigma deviations (to assess the human body) to determine the balance of energy processes) and equations for calculating the performance of body systems that are responsible for energy storage and its costs (to calculate the values of productivity of energy systems and energy storage).

The developed information system allows to calculate the body mass index, assess the human condition, determine the degree and direction of imbalance of energy processes and determine the stage of functional impairment of the human body in terms of energy storage.

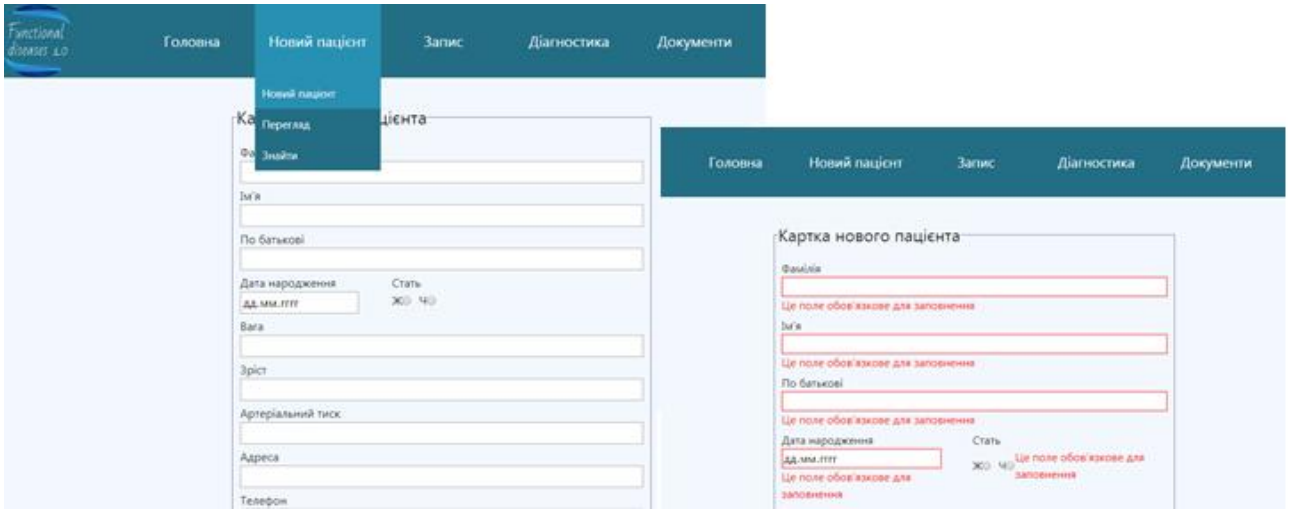


Fig. 1. Window of the "Functional diseases 1.0" information system

The developed "Functional diseases 1.0" information system allows to obtain a description of human energy disorders taking into account individual characteristics and to determine the degree of energy imbalance of the human body, which provides early diagnosis of the human condition and provides timely measures and recommendations to prevent pathology.

References:

1. Гомеостаз биологических систем и некоторые механизмы его обеспечения: метод. пособие для студ. 1-го курса мед. вузов) / М. Г. Гевандова, Н. Н. Федоренко, А. Б. Ходжаян, А. К. Михайленко [и д.р.] – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2017 – 36 с.

2. Інформаційна система «FUNCTIONAL DISEASES 1.0» / Г. С. Доброродня, О. В. Висоцька, Л. М. Рисована // III Міжнар. науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині»: зб. наук. пр. – Харків : НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2020. С. 39-40.

UDC 616-006:621.384

INFRARED CAMERA TO MONITOR LOW-TEMPERATURE THERMAL FIELD DYNAMICS

E. Gordiyenko[1], G. Shustakova[1], Yu. Fomenko[1], G. Kovalov[2], D. Domnenko[3], P. Bondar[4]
[1]B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the NAS of Ukraine
[2] Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the NAS of Ukraine
[3]National Aerospace University – Kharkiv Aviation Institute
[4]V.N. Karazin Kharkiv National University
E-mail: shustakova@ilt.kharkov.ua

The original infrared thermal imaging system has been developed, prototyped and tested. The system is based on a single-element semiconductor detector cooled down to the liquid nitrogen temperatures. The system distinctive feature is the range of measured negative temperatures expanded to liquid nitrogen temperature. The device can be used in scientific research for remote monitoring of low-temperature processes, including noninvasive control of thermal field dynamics during freezing and thawing of biological tissues.

The infrared thermal imaging system (IR camera) with an extended range of measured negative temperatures and additional software functionality has been developed, prototyped and tested. The IR camera is designed for remote monitoring of rapidly changing low-temperature thermal fields. Such fields arise, in particular, on the surface of biological object skin in the process of cryogenic destruction of skin neoplasms. It is extremely important to monitor the dynamics of the size and temperature of the frozen zone in real time during cryo-operation. Generally accepted methods of clinical imaging (MRI, ultrasound and CT) allow us to estimate the size of the frozen zone, but do not provide information

about the temperature distribution in it, and, therefore, about the size of the future necrosis zone (zone of irreversible tissue damage). Also, these methods have a number of methodological and economic difficulties, especially, in an outpatient setting. Remote non-invasive IR thermography seems to be the most promising for providing control the process of cryodestruction of skin neoplasms. However, use of this method is limited by the insufficient range of measurement of negative temperatures by commercial IR cameras (up to -20 °C), while the temperatures at which primary tissue necrosis occurs for malignant neoplasms can reach $T_{nec} \approx$ -60 °C.

Created IR camera is a system with optical-mechanical scanning, developed in accordance with the concept [1]. The camera uses a single mercury cadmium telluride detector cooled by liquid nitrogen. Detector has spectral sensitivity range (7 ... 26) μm at an operating temperature of 85 K.

Such temparature is achieved by positioning detector in a vacuum on a special U-shaped landing platform with a weakened thermal coupling with the with the inner (nitrogen) flask of the cryostat. Mirror optics and a cryostat window made of KRS-5 transmit infrared radiation in a wide spectral range.

The minimal temperature reached on the skin surface when we use our cryo-instrument actively cooled with liquid nitrogen, is 90 K. The wave length of peak of IR radiation for a body of this temperature is about 32 μm. But only part of the IR radiation falls on the detector, which is limited of the detector spectral sensitivity range and transparency regions of the atmosphere (8 ... 14) μm and (16 ... 26) μm.

To reduce the error in measuring low temperatures, a heat flux modulator (shutter) is located on the optical axis of the device. A surface reflection coefficient of the shutter is > 95% in a wide spectral range (IR mirror). At the end of each frame (during the reverse motion of the vertical scan mirror), the system's field of view is completely covered by the mirrored shutter. In this moment, only the radiation flux created by the detector itself and reflected from the shutter surface enters the detector.

The detector, cooled with liquid nitrogen, has a fixed temperature during operation. Therefore, the used shutter can be considered as a reference emitter with a stable temperature equal to the operating temperature of the detector. The measurement of the temperature of objects in the field of view of the system is now performed relative to the temperature of this reference emitter.

The camera was calibrated within the temperature range (-30 ... + 50) ^{o}C using metrological bench Fluke Portable Infrared Calibrator-9133 (USA). We used a special model of an absolutely black body with a continuously variable temperature from 80 to 300 K, and a copper-constantan thermocouple to calibrate the camera within temperature range (-188…-30) oC.

The camera main parameters are below:

Detector, operation temperature, K	One single CdHgTe, 85
Resolution elements	256 x 256
Spectral range, μm	8…26
Time of frame, sec	1,5
Temperature sensitivity at 30 ^{0}C, ^{0}C	0,1
Spatial resolution, mrad	1,5
Range of measured temperatures, °C	-188…+50
Field of view, deg	22H x 22V

The original software is optimized for current monitoring of rapidly changing low-temperature thermal fields. For example, there is an automatic recording of a continuous sequence of image frames during half an hour of observation of the object under study (thermographic movie) and other specific functional possibilities.

The developed system has been used for remote monitoring of the thermal field dynamics at freezing and thawing of biological tissues in vivo [2]. The use of developed camera made it possible to control the size both of the ice zone and zone of irreversible tissue damage in real time of cryodestruction, to evaluate the distortion of thermal symmetry in the cryodestruction zone, to control the temperature distribution in uncooled skin areas, etc.

The figure below shows a thermogram of an animal under the study at thawing (on the left), and the thermal profiles drawn through the cryodestruction zone in 1, 10, and 20 seconds after the cryodestruction termination (on the right).

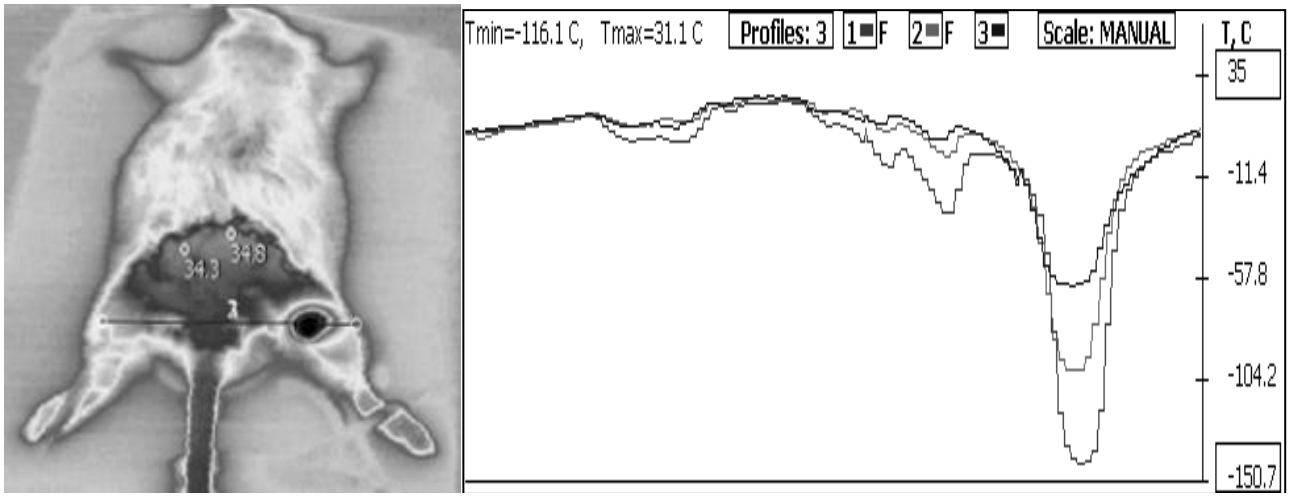


Fig. 1. A thermogram of an animal under the study at thawing

References:

1. V. Yefremenko, E. Gordiyenko, G. Shustakova et al, A Broadband imaging system for research applications, Rev Sci Instrum. 80 (2009) e056104.

2. G.O. Kovalov, E.Yu. Gordiyenko, Yu.V. Fomenko et al, Dynamics of Freezing and Warming of Soft Tissues with Short-Term Effect on Skin with Cryoapplicator, Probl Cryobiol Cryomed. 30 (2020) 359 -368.

UDC 004.6:004.738.5

DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR FORMING OF A PERSONAL TRAINING PROGRAM

M. Milanov, A. Yelizieva, Yu. Leshchenko

National Aerospace University named after N. Ye. Zhukovskii «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine

E-mail: m.milanov@khai.edu, a.elizeva@khai.edu, j.leshhenko@khai.edu

This paper dedicated to the development of application for forming of a personal training plan which will be able to form a training plan with a detailed description and recommendations towards represented exercises for the most effective training of the particular sportsman taking into account his health, individual indicators, gender, age and doctor's recommendations.

On the Internet, and often in health centers, this is possible to find many recommendations and methodologies how to create a training plan; nevertheless these recommendations are usually contradictory. The most sportsmen face a number of difficult questions, one of which is the choosing a quality and effective training plan that would fit him [1, 2].

In the paper the methods of sportsman's training plan forming were analyzed [3], the dependences of training schemes and methods on the input data were revealed. Algorithms for the functioning of the application were developed, technical means for its development were determined.

The application for forming a personal training plan was modeled and programed, which realizes the following functions:

−forming a new training plan;

−saving the training plan to a file;

−reading the training plan from the file;

−forming an individual recommendations to an exercises.

The proposed system can be used in a different health centers, rehabilitation centers and physiotherapy rooms as its information support and addition tools allowing trainers and physiotherapy doctors to give the most detailed recommendations about training or rehabilitation. Also the application can be used by sportsmen for forming a training plan by themselves which provides an effective and productive training result.

The main advantage of the system is the lack of attachment of the training plan to a limited number of exercises to determine the norms (all the weights used are determined based on the sportsman's current performance in each of the exercises), taking into account critical factors when forming the training plan, using effective schemes as options for choosing, as well as training methods corresponding to the input parameters.

References:

1. L. Maestroni, P. Read, C. Bishop, A. Turner. 2020. Strength and Power Training in Rehabilitation: Underpinning Principles and Practical Strategies to Return Athletes to High Performance. Sports Medicine. 2020. Iss. 2, No. 50, pp. 239 – 252. DOI: https://doi.org/10.1007/s40279-019-01195-6.

2. F. Mayer, A. Arampatzis, W. Banzer, H. Beck, G. -P Brüggemann, M. Hasenbring, M. Kellmann and all. Medicine in Spine Exercise [Mispex] – A National Research Network to Evaluate Back Pain. Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin. 2018. Iss. 7 –8, No. 69, pp. 229 – 234. DOI: https://doi.org/10.5960/DZSM.2018.340.

3. N. Malikov, V. Tyshchenko, N. Bogdanovska, V. Savchenko, N. Moskalenko, S. Ivanenko, D. Vaniuk, A. Orlov, S. Popov. Functional fitness assessment of elite athletes. Journal of Physical Education and Sport. 2021. Iss. 1, No. 21, pp. 374 – 380. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2021.01036.

UDC 331.101.1

MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO RESEARCH AND ANALYSIS OF THE SAFETY OF COMPLEX TRANSPORT SYSTEMS

G. V. Mygal, V. P. Mygal, O. F. Protasenko
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
E-mail: g.mygal@khai.edu

When operating complex transport systems in abnormal conditions, the individuality of characteristics is manifested, which is most manifested in their fine structure. It can be found by geometrizing information flows in the cognitive space of dynamic events. The aim of the work is the further development of multidisciplinary approach of cognitive visualization of the dynamics of information flows of complex transport systems.

The key problem of safety of complex transport systems (CTS) in extreme operating conditions is the variety of information flows of different nature and their structural individuality [1]. Violation of the coordination of the functioning of the STS elements, including the driver (pilot), is the main cause of accidents and man-made disasters. The individuality of the spatio-temporal structure of time series (signals) is hidden in its subtle (informational) features [2]. However, the variety of methods for processing information flows of various nature and the variety of ways to represent it have created cognitive problems. They are due to the fact that when the signals are smoothed and averaged, important information about their individuality is lost. Therefore, the analysis of the risks of CTS functioning in abnormal conditions based on comprehensive studies of information flows of various nature is ambiguous and contradictory. The aim of the work is to unify the means of processing, presentation and analysis of fractal electrophysiological signals on a multidisciplinary basis.

By geometrizing time series (EKG and other fractal signals), the basic principles of their system analysis can be naturally combined with the extreme principles of natural science [3]. Thus, the principle of mechanical determinism defines cause-and-effect relationships in a sequence of dynamic events. The principle of structural determination connects the orderliness of the control structure of the system with its function. In the nature of the restructuring of the relationships between the conjugated antiphase components of the cardiocycle when counteracting external stress factors, Le Chatelier's principle is displayed. It is important to emphasize that it is the extreme principles that determine the interconnected dynamic, energy and informational components of the structure of the fractal electrophysiological signal. Hidden relationships determine the individual characteristics of the cardiocycle rearrangement, the hidden structure of which is genetically inherited. In the structure of the signal of functioning, the influence of two complementary

principles is hidden. The first of these is the principle of mechanical determinism, which determines the cause-and-effect relationships in the cardiac signal, as in a sequence of dynamic events. The second is the principle of structural determination, which reflects the relationship between structure and functions. The interrelation of these principles, and, consequently, the structure of the cardiocycle, are hidden in the mutual correlations of the dynamic parameters of the time series (signal) V (t), its velocity dV (t) / dt and acceleration d^2V/dt^2 . In space (state – speed – acceleration), each event can be displayed by a point with coordinates (V, dV / dt, d^2V/dt^2). Therefore, the signal V (t) of different nature can be represented in the form of a topological 3D model, in which dynamic events are causally related to each other [5]. The individuality of the model is most evident in three orthogonal projections, which are signal signatures of the 1st and 2nd orders. Their configurations form areas of constant steepness or curvature, which differ in length and linear density of dynamic events. Signature configurations represent the natural decomposition of a signal into components, the physical meaning of which is determined by their order. Thus, the projection of the 3D model onto the plane (state – speed) is the signature of the 1st order signal V – dV / dt, in the configuration of which the opposite phases of the cardiocycle are displayed. Moreover, the area of the signature can be represented as the cardinality of the subset of dynamic microstates | W |, and the natural logarithm | W | is the entropy H.

The projection of the 3D model onto the plane (state – acceleration) is a signature of the 2nd order V– d^2V/dt^2, in which the features of the energy balance of conjugate antiphase processes are manifested. The most informative is the projection onto the plane (speed – acceleration), which is the second order signature dV / dt – d^2V/dt^2. Its configuration is located in 4 quadrants of the plane, and the covered areas reflect the powers of the conjugated phases of the cardiocycle structure [3, 4]. It is important that configurations of three signal signatures of any nature can be analyzed using universal differential-geometric parameters of the components and integrative indicators of their ordering and balance [3].

The absolute priority of the multidisciplinary approach is to take into account the dynamic individuality of information flows of various nature, which manifests itself in the configurations of signatures, the number of conjugate components, and the size of their area. So, signatures of the 1st and 2nd orders consist of a closed sequence of geometrically ordered sections, the distribution of which in the signature configuration is individual. This allows, in accordance with the principle of unity, to analyze the subsystem as a whole and as a set of components. All signatures and their components are interconnected, which is the focus of the principle of connectivity. The signature configurations are located in the quadrants of the plane, which highlight the conjugate phases of the signal, thereby reflecting the principle of modularity. Therefore, within the framework of the approach, the principles of unity, coherence, modularity are naturally interconnected and constitute the core of the multidisciplinary approach [5, 6]. Other principles (functionality, development and ambiguity) acquire specific content when the signatures of a sequence of cardiocycles are presented in batches. So, the principle of development is manifested in the nature of the restructuring of the cardiac cycle. Changes in the configuration and area of signatures are interrelated, which makes it possible to identify the influence of various stress factors of the environment and activities on the nature of the restructuring of the configuration of signatures. The nature of the change in the signature area V – dV / dt under extreme conditions can be analyzed by operations on subsets of microstates. Therefore, in the nature of the rearrangement of the configuration and area of signatures, the relationship between structure and functions is naturally displayed, which manifests itself in the dependences of entropy on time H (t)) and its derivative dH (t) / dt. Thus, a coordinated change in the configuration of signatures and entropy H is characteristic of biological systems. For their study, the H-signatures H (t) – dH / dt were first proposed, in the packets of which order-disorder transitions naturally manifest themselves. The inherited connection between structure and functions is hidden in the restructuring of the geometric model of the control structure, the nature of which is manifested in the F-signatures package F (t) – dF / dt, where F (t) reflects the nature of changes in the signature area dV / dt – d^2V/dt^2. The use of F-signatures simplifies the structural and functional analysis of cardiac cycle rearrangement. Thus, the extreme principles of physics, biology, and chemistry naturally manifest themselves in 1st and 2nd order signatures [5]. This makes it possible to systematically investigate the safety of the complex transport systems functioning in extreme conditions.

References:

1. Mygal V. P., Klimenko I. A., Mygal G. V. et al. Application of parametric and wavelet-signatures for sensor diagnostics. Radioelectronic and computer systems 36, 143–148 (2009).

2. Migal V. P. , But A. V., Migal G. V. , Klymenko I. A. Hereditary functional individuality of semiconductor sensors. Functional Materials, 2015, Vol. 22, № 3, p. 387–391.

3. Mygal V. P., But A. V., Mygal G. V., Klimenko I. A. An interdisciplinary approach to study individuality in biological and physical systems functioning. Scientific Reports, Nature Publishing Group, 2016, № 6, p. 387–391.

4. Mygal V., Mygal G. Problems of Digitized Information Flow Analysis: Cognitive Aspects. Information & Security: An International Journal, 2019, 43, № 2, p. 134-144. DOI https://doi.org/10.11610/isij.4312.

5. Mygal V. P., Mygal G. V., Illiashenko O. Intelligent decision support—cognitive aspects. Studies in Big Data, 2021, 84, p. 395–411.

UDC 528.83:628.1

AUTOMATION OF REMOTE MEASUREMENTS OF ECOLOGICAL CONDITION OF FRESHWATER

A. V. Popov, A. A. Kadaner
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»
E-mail: o.kadaner@khai.edu

This work is devoted to the review of existing methods of research of water pollution by remote sensing technology with UAVs and proposals for its improvement based on the analysis of reflected optical signals of different wavelengths during active sounding of the water surface.

Water resources play a significant role in the economy of Ukraine, and their environmental condition is an important factor that necessitates its monitoring. However, traditional methods of environmental monitoring have a number of limitations. Water sampling for chemical analysis requires significant time and resources, as it requires the presence of a qualified specialist on the water body for sampling and their subsequent processing. As a result, in recent years, methods of remote environmental monitoring are gaining popularity.

The color of water directly depends on its chemical composition, as its change leads to increased reproduction or, conversely, the death of cyanobacteria. The high content of cyanobacteria leads to the "blooming" of the reservoir, lowering the level of oxygen in the water and increasing the concentration of cyanotoxins. Having a database of water chromaticity, you can use small unmanned aerial vehicles to obtain high-quality images of the water surface, which will allow you to judge the presence of certain impurities in the water. The foundations of this idea were laid in the work “Fundamental analysis of the linear multiple regression technique for quantification of water quality parameters from remote sensing data” [1]. Its implementation was considered in the work "Rapid assessment of water pollution by airborne measurement of chlorophyl content" [2], but it used manned aircraft. Unmanned aerial vehicles were used to monitor the depth of reservoirs [3] and analyze the state of terrestrial vegetation [4]. In Investigating small-scale water pollution with UAV Remote Sensing Technology [5], unmanned aerial vehicles were used to monitor the condition of the water surface and assess the degree of water pollution. It was noted in the paper that although this method has prospects for development, it also has disadvantages. The color characteristics obtained from images from unmanned aerial vehicles are often unstable, as they depend on the illumination of the water body. Lighting is not constant and varies depending on the time of day, season and weather conditions, which requires consideration and complicates the assessment of the state of the water body. In this regard, active monitoring of water bodies is proposed, in which three drones of different wavelengths corresponding to red, green and blue colors are installed on the unmanned aerial vehicle, as well as a photodetector to measure the intensity of the signal reflected from the water. The on-board microprocessor automatically makes five measurements: when the lasers are turned off to capture the backlight, when the red, blue and green lasers are turned on alternately, and when all three are turned on.

Based on the obtained results of measurements of the intensity of signals reflected from the water surface, an estimate of water chromaticity is formed, after which a comparison is made according to pre-compiled chromaticity tables and conclusions are made about water composition and the presence of bacterial contaminants. The report presents the results of experiments to measure the color of water by the

proposed method in the laboratory. The proposed method of automatic remote measurement of water color in fresh water from an unmanned aerial vehicle allows to determine the degree of its pollution by organic matter.

References:

1. Whitlock Charles H. Fundamental Analysis of the Linear Multiple Regression Technique for Quantification of Water Quality Parameters From Remote Sensing Data. 1977. Doctor of Philosophy (PhD), Dissertation, Civil & Environmental Engineering, Old Dominion University, DOI: 10.25777/e4xs-ag13

2. Arvesen J., Weaver E. and Millard J. Rapid assessment of water pollution by airborne measurement of chlorophyll content. *Joint Conference on Sensing of Environmental Pollutants*. November 1971. AIAA 1971-1097. 10.2514/6.1971-1097.

3. Zinke, Peggy & Flener, Claude. Experiences from the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for River Bathymetry Modelling in Norway. *VANN*. 2013. 48. 351-360.

4. Bespalov Y.G., Vysotska O., Porvan A., Linnyk E., Stasenko V.A., Doroshenko G.D., et al. Information system for recognition of biological objects in the RGB spectrum range. In: *Information technology in medical diagnostics II - Proceedings of the international scientific internet conference on computer graphics and image processing and 48th international scientific and practical conference on application of lasers in medicine and biology*, 30–31 May 2018, Vinnytsia, Ukraine. 2019. pp. 101–110. eBook ISBN: 9780429057618.

5. Zang, Wenqian & Lin, Jiayuan & Wang, Yangchun & Tao, Heping. Investigating small-scale water pollution with UAV Remote Sensing Technology. 2012. 1-4.

UDC 621.372.413

THE ELECTROMAGNETIC CHARACTERISTICS OF THE PLASMONIC METASURFACE WITH HIGH LOSS LIQUID SOLUTIONS ON AS A MICROWAVE METABIOSENSOR

Y. N. Savin, Z. E.Eremenko, K. S. Kuznetsova

O. Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics of National Academy of Sciences of Ukraine,

12 Ac. Proskura St., Kharkiv, 61085, Ukraine

E-mail: zoya.eremenko@gmail.com

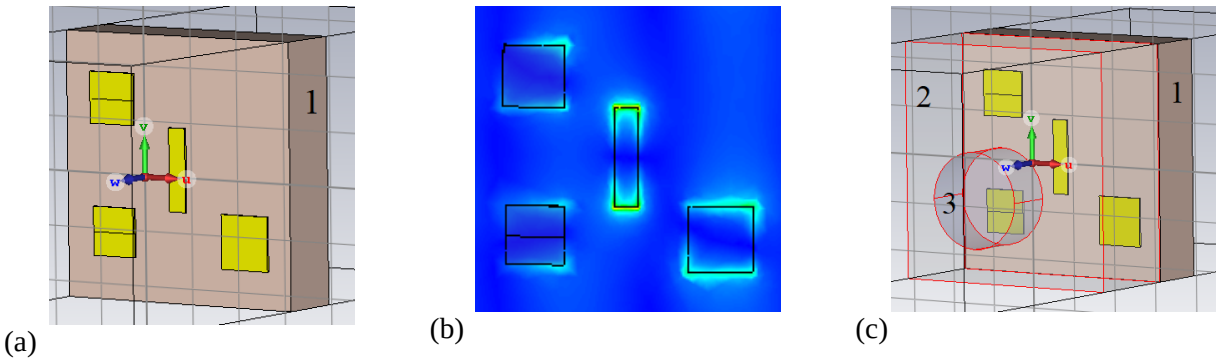
We study the metamaterial structure for measurement of the high loss liquids physical parameters for water and water-ethanol solutions. Using the response with a peak frequency shift of the metamaterial biosensor the amount of dissolved substances in solvent are diagnosed as complex permittivity (CP) changes. Modeling of the metamaterial structure geometry with optimal locations of the measured substances was carried out using CST Microwave Studio Student Edition.

Nowadays, electromagnetic biosensors based on metamaterials to detect biological substances have attracted great attention due to a lot of advantages, such as less cost, being time-saving, and real-time detection of biomolecular interactions [1]. Metamaterials are artificially made electromagnetic materials consisting of periodically arranged metallic elements which are less than the wavelength of the incident electromagnetic wave in size. A distinctive feature of metamaterials is the strong localized electric and magnetic resonances generated by collective excitation of surface electrons of metal microresonators which can lead to the significant amplification of resonance response of metamaterials [2].

In this work a novel metamaterial structure that operates in microwave 50-60 GHz frequency range was proposed and investigated. It was also used to detect S_{11} reflection coefficient of ethanol-water solution at various methanol concentrations as the model objects.

Fig.1 presents high sensitivity metamaterial unit cell (a), whose resonant response is based on the plasmon-induced transparency (PIT) effect, location of the measured substance (b), and electric field of the metamaterial unit cell (c).

The constructed metamaterial unit cells consist of four metal cut wire resonators (CWR_i) where i=0, 1, 2, 3 with different shapes and geometrical sizes.



(a) (b) (c)

Fig. 1. CST project of the metamaterial unit cell structure (a), view of the electric field (b) of the metamaterial unit cell and location of the measured substances (c). The numbers correspond: 1 – ground place (teflon), 2 – foam, 3 – measured substance in the form of cylinder.

The CWR_0 is a microstrip line with a length of *l*=1.6 mm and wide w=0.7 mm. The CWR_1, CWR_2, and CWR_3 are square in a shape. Both the unit cell period and side size of CWR_i are the variable values. The resonators' materials are copper (electrical conductivity is 5.96 x10^7 S/m, thickness is 0.035 mm), the substrate material is Teflon (dielectric constant 2.1, dielectric losses are 0.0002), the substrate thickness is 1.2 mm. Unit cell are excited by the linear polarized electromagnetic field in microwave range 40-60 GHz in TE-polarization at the normal direction to the metamaterial surface. The electromagnetic problem for the metamaterial unit cell has been solved by the grid method.

Fig. 2 presents the numerically calculated frequency dependences of S11 reflection coefficient for water and water-ethanol solutions. Fig. 3 shows the dependence of the Q-factor of electromagnetic wave reflection coefficient for water-ethanol solutions.

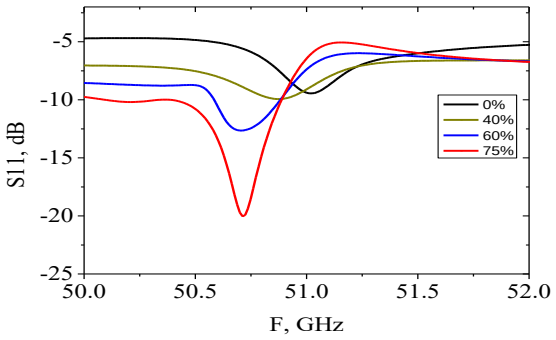


Fig 2. Dependence of the numerically calculated frequency of S_{11} reflection coefficient of different ethanol concentration in water.

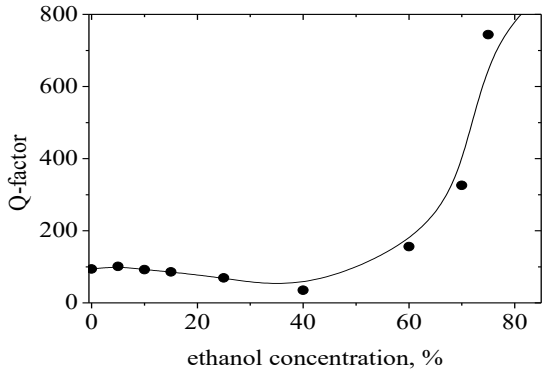


Fig. 3. Dependence of the Q-factor of S_{11} reflection coefficient at ethanol concentration.

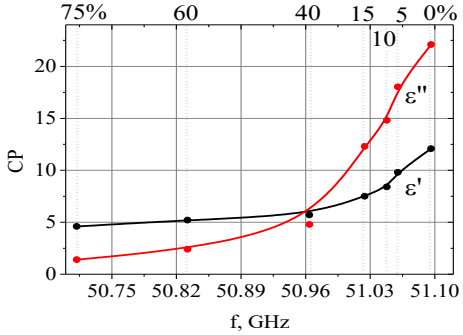


Fig. 4. Dependences of the real and imaginary CP parts for water-ethanol solution on resonance frequency.

Table 1. CP of the water-ethanol solutions.

Ethanol concentration, %	ε'	ε″	Resonance frequency, GHz
0	12	22.1	51.024
5	9.8	18	51.011
10	8.4	14.8	50.997
15	7.5	12.3	50.976
40	5.7	4.78	50.868
60	5.2	2.4	50.724
75	4.6	1.4	50.712

We observe that an increase in the ethanol concentration in water solution causes an increase in the electromagnetic wave reflection coefficient. This is due to with decrease in electromagnetic absorption in measured substances and which leads to shifting and broadening resonance frequency. In Fig. 4 the curves show the dependences of the real and imaginary CP parts for water-ethanol solution concentration on resonance frequency shift. Table 1 shows the real and imaginary CP parts for the water-ethanol solution.

The metamaterial structure with measured substances has been numerically designed and studied. We have calculated the reflection S_{11} coefficient in metamaterial structure. Our results indicate the possibility of applying the proposed metamaterial structure to control medications in water solutions.

References:

1. Tao Chen, Suyan Li and Hui Sun, "Metamaterials Application in Sensing", Sensors, 2012, N.12, pp. 2742-2765,. doi:10.3390/s120302742.

2. Jaksic Z., Vukovic S., Matovic J., Tanasković D., "Negative refractive index metasurfaces for enhanced biosensing", Materials, 2011, N.4(1), pp.1–36. doi:10.3390/ma401001.

УДК 621.693

ДОМАШНІЙ ФЕТАЛЬНИЙ ПУЛЬСОМЕТР

О. Ю. Азархов, І. І. Сілі
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
E-mail: alexazarhov@gmail.com, sili_i_i@pstu.edu

This work is devoted to the development of a fetal heart rate monitor that can be used by a pregnant mother at home. We have proposed five steps to develop a fetal heart rate monitor: data acquisition; data pre-processing; feeding into microcontroller; post-processing and LCD display. A condenser microphone is used as a transducer for fetal heart sound. Data acquisition stage comprises of one condenser microphone which act as a sensor to detect and acquire the fetal heart sound. In the final stage, the output (fetal heart rate) is displayed on the LCD.

Частота серцевих скорочень плода є важливим біологічним показником для оцінки стану самопочуття плода вагітної жінки. Коли серце б’ється, воно перекачує кисневу кров по всьому тілу організму. Адекватність оксигенації плода важлива для запобігання гіпоксії, яка впливає на все тіло. Якщо виникає гіпоксія, це може призвести до зменшення мозкового кровотоку плода [1,2]. Отже, моніторинг серцебиття здатний розпізнати асфіксію плода. Таким чином моніторинг серцебиття здатний розпізнати асфіксію плоду.

Робота присвячена розробці фетального пульсометра (ФЕП), який можна використовувати вагітній матері в домашніх умовах. Для розробки монітора серцевого ритму плода нами запропоновано п’ять кроків: 1) збір даних; 2) попередня обробка даних; 3) передача даних в мікроконтролер; 4) подальша обробка та 5) відображення результату на LCD дисплеї. Конденсаторний мікрофон використовується як датчик для отримання серцевого звуку плода. Мікрофон отримує дані, після чого проходить попередню обробку, яка включає посилення та фільтрацію за допомогою фільтра низької частоти четвертого порядку Баттерворта. Операційний підсилювач використовується для попереднього посилення під час фільтрації, ми використали операційний підсилювач LM741. Апарати на базі сучасних мікроконтролерів AVR в біонженерії знаходить все більше застосування [3,4,5]. Відомий мікропроцесор ATMega 328 в платах Ардуіно свого часу здійснив революцію в цифровій електроніці, а платформа Ардуіно все частіше застосовується при розробці нових біомедичних приладів. До переваг слід віднести простоту програмування, невисока вартість, маленькі габарити, достатня кількість цифрових та аналогових входів-виходів. Сигнал, який отримується після етапу попередньої обробки, надсилається до мікроконтролеру (ATMega328) для обчислення та передачі даних шляхом розробки алгоритму, щоб комп'ютер міг зчитувати сигнал. На фінальному етапі, вихід (частота серцевих скорочень плода) відображається на LCD-дисплеї (рис.1).

Для оцінки ефективності розробленого ФЕП, частоту серцевих скорочень плода, записаного за допомогою розробленого прототипу, ми порівнювали з існуючим електронним стетоскопом.

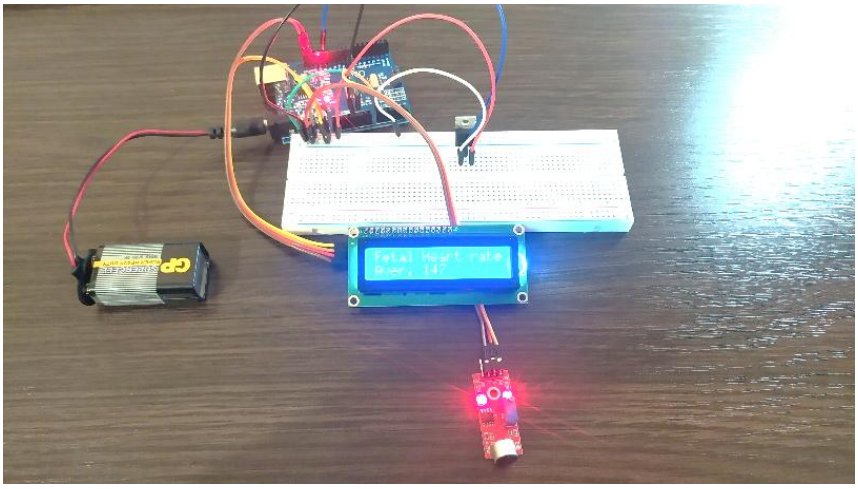


Рис. 1. Загальний вигляд моделі фетального пульсометру

Цей порівняльний експеримент був проведений на вагітній жінці у період від 35 до 39 тижня вагітності, і середній час запису був обмежений 1–2 хвилинами. У таблиці 1 узагальнено вимірювання частоти серцевих скорочень плода за допомогою розробленого прототипу та електронного стетоскопа.

Таблиця 1 – Порівняння результатів між прототипом ФЕП та електронним стетоскопом

№	Тиждень вагітності	Показання електронного стетоскопу	Показання розробленого ФЕП
1	35	150	147
2	36	142	140
3	37	148	147
4	38	151	151
5	39	148	150

З таблиці видно, що показання прототипу в більшості випадків майже відповідає рівню електронного стетоскопа. Загальний зсув прототипу та електронного стетоскопа становить 1,4% та -1,2% відповідно. Можна стверджувати, що дана різниця в показах знаходиться в межах допуску, який становить + 5 для частоти серцевих скорочень.

Нами представлено розробку недорогої, неінвазивної, керованої користувачем та мікроконтролером ATMEga 328 автономної системи моніторингу серцебиття плода, яка може використовуватися як в лікарняних так і в домашніх умовах. Тони серця плода реєструються за допомогою конденсаторного мікрофона та попередньо обробляються низькочастотним фільтром, який усуває непотрібні шуми та обмежує пропускну здатність сигналу. Крім того, розроблено алгоритм виявлення піку для виявлення піку із затримкою 300 мс. Це забезпечує серце плода значним діагностичним та клінічним значенням. Пристрій було протестовано на вагітній жінці у третьому триместрі та проведено порівняння з електронним стетоскопом лікаря. Результат показує, що запропонований прототип демонструє досить добру точність на основі відносної перевірки електронного стетоскопа в реальних клінічних умовах. Отже, дослідження показало, що конденсаторний мікрофон є робочою моделлю і може ефективно використовуватися при розробці комерційних ФЕП для використання в якості системи моніторингу домашнього догляду вагітних. Однак прототип пристрою потрібно протестувати на більшій кількості вагітних жінок для третього триместру, щоб узагальнити та покращити роботу пристрою.

Перелік посилань:

1. Sameni R. A Clifford G.D. Review of Fetal ECG Signal Processing. Issues and Promising Directions. The open pacing, electrophysiology & therapy journal. 2010. Vol. 3. P. 4-20.

2. Holloway B. Health Encyclopedia. Rochester: University of Rochester Medical Center. 2015. p. 342.

3. Gaia Po, Carlotta Olivieri, Carl H. Rose, Gabriele Saccone, Rebekah McCurdy, Vincenzo Berghella Intraoperative fetal heart monitoring for non-obstetric surgery: A systematic review. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 2019. Volume 238. Pages 12-19. https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2019.04.033.

4. Волошин В. С., Азархов О.Ю., Сілі І.І. Осушувач повітря на базі елемента Пельтьє та Ардуіно. Медична інформатика та інженерія, 2020. Вип. (2). с. 90-95. https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.2.11180.

5. Сілі І. І., Азархов О. Ю. Розробка моделі цифрового фетального пульсометру. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2021-vypusk-11-tom-1.pdf. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-1-35.

УДК 004.93

СИСТЕМА АНАЛІЗУ АСИМЕТРІЇ КТ-ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУР ВИЯВЛЕННЯ ПАТОЛОГІЙ

В. В. Атамась[1], Є. А. Настенко[2], А. В. Соломін[3]
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: [1]vetal.atamas@gmail.com, [2]nastenko.e@gmail.com, [3]andr-sol@i.ua

The algorithm and implementation in the software environment NI LabVIEW of the software for the analysis of asymmetry of CT images are offered in the work. Highlighting asymmetric fragments of CT images helps to increase the likelihood of detecting inconspicuous pathologies when viewing images by a diagnostician. Possibility of flexible adjustments of sensitivity of algorithm to amplitude and dimensional parameters of asymmetric details is provided.

Вступ. Коли лікар, який ставить діагноз, оглядає КТ, він може не помітити невеликі або низько контрастні ураження, оскільки суб'єктивні фактори та умови обстеження відіграють тут важливу роль. У статті пропонується зменшити ймовірність таких помилок, виділивши кольором підозрілі ділянки. Це можливо при огляді майже симетричні у здоровому стані об'єктів (наприклад, голови або шиї пацієнта). Виявлення таких областей ґрунтується на порівнянні зображення об'єкта з його дзеркальним відображенням щодо осі симетрії. Це досягається за допомогою програмної реалізації серії алгоритмів. Найбільша проблема – знайти вісь симетрії, тому що тут є парадокс – потрібно знайти вісь симетрії не зовсім симетричного об'єкта. З цією метою було запропоновано нетрадиційне рішення та реалізована відповідна комп'ютерна програма.

Основна частина. Метою цієї роботи є розробка алгоритму та побудова комп'ютерної системи для автоматичного виявлення та візуалізації асиметрії зображення КТ шляхом порівняння зображення КТ з дзеркальним відображенням відносно оптимізованої осі симетрії.

NI LabVIEW було обрано як середовище розробки програмного забезпечення, яке наразі є неформальним стандартом у галузі біомедичних інструментів та біомедичних досліджень, і його можна легко інтегрувати у більшість сучасних програмних та апаратних систем [1].

NI LabVIEW (National Instrument Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) дуже зручна для програм, створених і використовуваних не програмістами, а інженерами (включаючи біомедичних інженерів). Графічна мова G тут використовується замість мови текстового програмування зі складними синтаксичними правилами, яка має тип блок-схеми, з яким інженери більш знайомі.

Іншими перевагами цього середовища є наявність великої кількості вбудованих функцій і процедур, включаючи велику кількість розроблених, зручних та візуальних елементів для обробки зображень, для створення інтерфейсів та можливості взаємодії з іншими середовищами.

У вирішенні цієї проблеми безперечною перевагою NI LabVIEW є те, що він насправді є відкритим кодом, що відрізняється від інших програм для обробки зображень.

Так реалізується системний алгоритм. Перший крок - вісь симетрії об'єкта на зображенні. Тут використовується грубий медіанний фільтр з апертурою med60 × 60, щоб сильно розмити зображення, зображення значно розмивається, а потім бінаризація гарантує збереження загальної форми об'єкта, усуваючи невеликі відхилення, пов'язані з незначною асиметрією. Потім визначається "центр мас" пікселів

зображення, тому що вісь симетрії повинна проходити через "центр мас". Далі за допомогою функцій бібліотеки NI LabVIEW вписується згенерований двійковий об'єкт в оптимізований еліпс. Напрямок основної осі цього еліпса буде відповідати напрямку осі симетрії, і раніше розрахований "центр мас" визначатиме положення цієї осі. На другому етапі порівнюється яскравість симетричних пікселів по обидві сторони осі симетрії. Коли різниця перевищує заданий поріг, їх колір змінюється.

Для виведення результатів та проміжних етапів обробки було реалізовано інтерфейс програмного застосунку (рис. 1), де Image Original показує спочатку оригінальне зображення, а потім вже проаналізоване зображення.

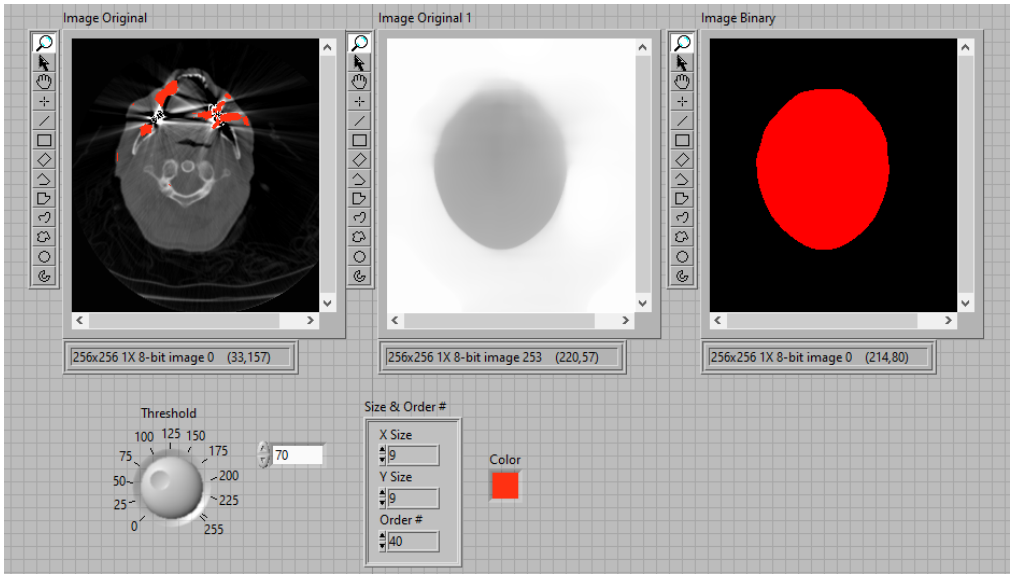


Рис.1. Загальний вигляд інтерфейсу програмного застосунку

Для зручності вибір кольору виділення асиметричних ділянок було виведено в інтерфейс. Також в інтерфейсі реалізовано регулятор Threshold, який визначає порогове значення для різниці яскравості симетричних пікселів. Тобто зафарбовування пікселів відбувається, якщо різниця яскравості симетричних пікселів перевищує задане порогове значення.

Експериментальним методом, так само як і з пошуком потрібного вікна для розмиття зображення, було знайдено оптимальне порогове значення в 70 для цього прикладу.

Для можливості налаштування чутливості алгоритму до розмірних параметрів асиметричних ділянок в програмі реалізовано ще один медіанний фільтр з керованим розміром вікна. Цей фільтр до етапу порівняння симетричних пікселів розмиває зображення відповідно до параметрів цього вікна. Таким чином можна компенсувати вплив асиметрій шумового походження або налаштовувати алгоритм на виявлення асиметрій більшого або меншого розміру. Тобто, якщо розміри вікна розмивання, наприклад, 9 пікселів більше, ніж розміри асиметричної ділянки шумового походження, наприклад, 1 піксель, то ця асиметрія внаслідок розмивання таким вікном стане менше порогового значення і не буде зафарбована.

Висновки. Запропоновано алгоритм та відповідну програмну реалізацію для виявлення асиметричних областей зображень КТ. Виявлені ділянки асиметрії мають кольорове позначення, що допомагає діагносту знайти патологію та зменшує можливість їх ігнорування. Він надає можливість гнучко регулювати чутливість алгоритму до параметрів амплітуди та розміру асиметричних деталей.

Існує варіант напівавтоматизації діагностичних процедур з використанням цього алгоритму, тобто – заздалегідь пройти весь набір КТ-зображень і позначити частини та ділянки, на які діагност повинен звернути увагу під час обстеження.

Перелік посилань

1. Програмування в NI LabVIEW. Технологія розробки віртуальних приладів : навч. посіб. / О.Г. Кисельова, А.В. Соломін. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 276 с.

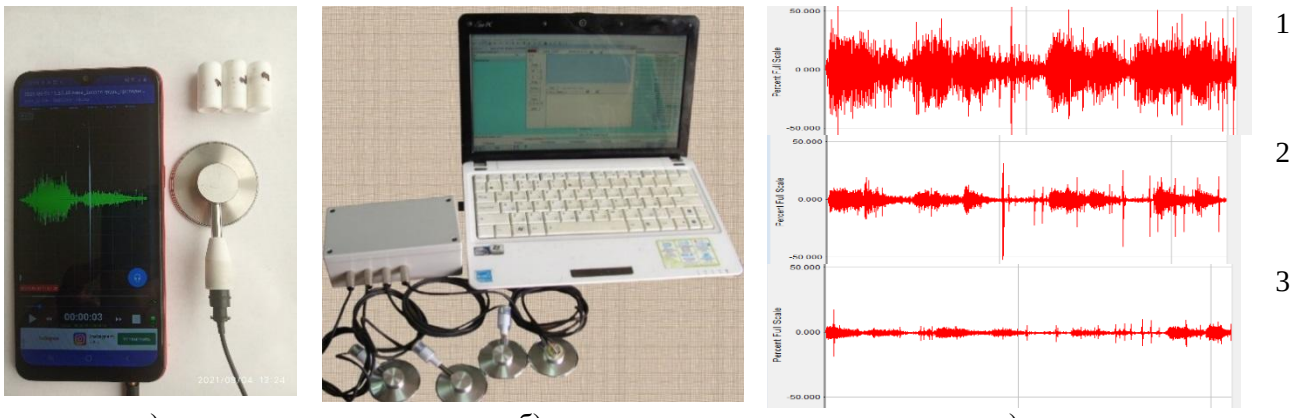
УДК 612.216.1+004.89

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СЕНСОРІВ РЕЄСТРАЦІЇ АКУСТИЧНИХ ШУМІВ ПРОЦЕСУ ДИХАННЯ

М. Ф. Бабаков[1] , Є. О. Кривенко[1], О. В. Кривенко[2]., В. І. Луценко[1,2], В. А. Клименко[3] ,
О. В. Піонтковська[4], Н. М. Дробова[3]
[1] Національний аерокосмічний університет ім. М.Е. Жуковського
«Харківський авіаційний Інститут»
[2] Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України
[3] Харківський національний медичний університет, Україна
[4]КНП «Обласна дитяча клінічна лікарня №1»
E-mail: vladislavlutsenko@ukr.net

The work is devoted to the development of elements of equipment for recording the noise of the respiratory process. Variants of the acoustic sensor intended for conversion of acoustic sounds of breath in an electric signal are investigated. The quality of registration of breath sounds on temporal realizations, their spectra for various options of construction of devices, and also with use of a method of expert estimations is experimentally estimated.

Захворювання легень займає одне з чільних місць за втратами працездатності у всіх країнах світу. Історично аускультація - була одним з перших методів виявлення захворювань легень. Застосування цифрових методів обробки сигналів та інших інформаційних технологій відкриває нові можливості і дозволяє створювати автоматизовані системи діагностики [1, 2]. Метою роботи є розгляд варіантів побудови автономних акустичних сенсорів, їх технічних характеристик для одно та багатоканальних систем електро-аускультації які потрібні для автоматизації аналізу акустичних шумів при визначенні патологій легень. В ході виконання робіт по розробці апаратури бездротового запису респіраторних шумів досліджувалася можливість створення двох типів пристроїв [3, 4]. Перший - це пристрій для одноканального запису з використанням широкодоступних побутових приладів. Другий - це варіант створення спеціалізованого автономного пристрою із застосуванням мікроконтролеру для багатоканального (до 4-х каналів) паралельного запису шумів в мікросхеми пам'яті і подальшої передачі в комп'ютер або смартфон для аналізу –рис.1.



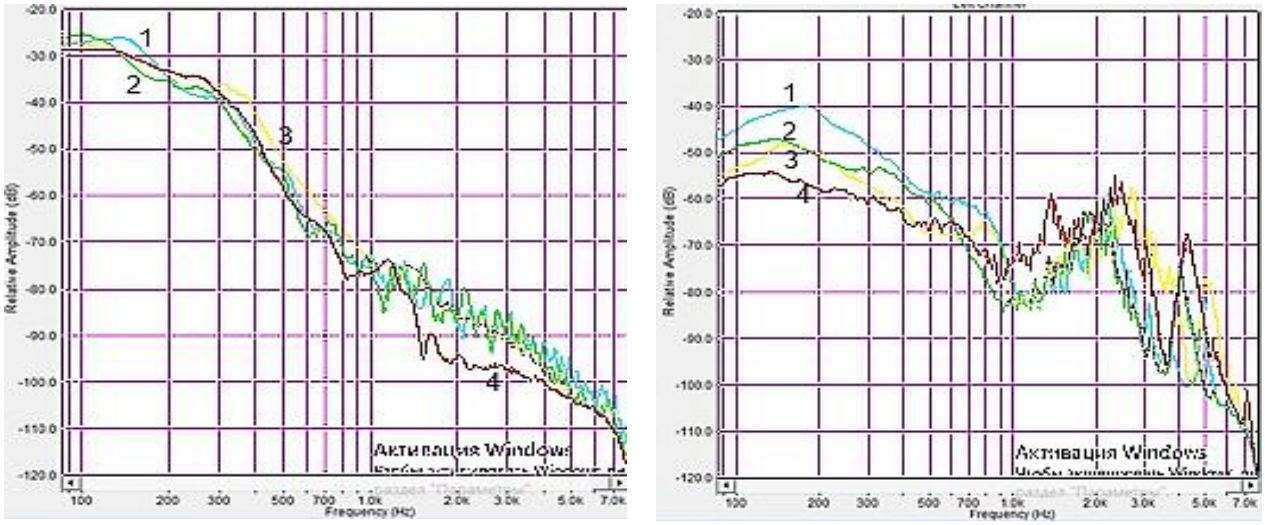
а) б) в)

Рис.1. Макети одноканальної з різними варіантами перехідних муфт (а) і багатоканальної (б) систем аналізу акустичних шумів дихання та приклади часових реалізацій для різних варіантів перехідних пристроїв (в): фонендоскоп Littmann Classic; муфта 1- без отвору, 2- з 1 демпфуючим а, 3 – з 4 демпфуючими отворами.

За допомогою одно канального пристрою проведено пробні записи шумів легенів в різних точках аускультації з використанням фонендоскопів широкого споживання YAVIT та професійного Littmann Classic. Для перетворення акустичних сигналів в електричні використовувався мікрофон BCM-9765P з полосою перетворення 60…12000Гц.. При цьому частота дискретизації 16000 вибірок в секунду була достатньо для інформативного запису шумів. Для з'єднання фонендоскопних голівок з мікрофоном використовувалися спеціальні перехідні муфти. В них було зроблено отвори певного

діаметру для демпфування акустичних шумів. На рис.1в наведені приклади часових реалізацій акустичних шумів дихання при застосуванні різних муфт, як без отвору, так і з різною їх кількістю, а на рис.2 – спектри шумів при використанні як різних головок, так і різних варіантів їх з'єднання з мікрофоном.

Видно, що при відсутності демпфуючих отворів у перехідній муфті (рис.1в) вище рівень акустичного сигналу, але суттєво вищий і рівень завад.



а) б)

Рис.2. Спектри акустичних шумів при аускультації правої підлопаткової області для різних конструкцій сенсорів: 1,3- YAVIT; 2,4- Littmann Classic; а) 1,2- фонендоскоп і гумова трубка; 3,4 фонендоскоп з муфтою без отвору; б) муфта 1, 2 з 1 отвором; 3, 4 з 4 отворами

При використанні для з'єднання штатного гумового шлангу він також демпфує заваду, але призводить до підсилення низько частотних компонент приблизно на 5…10дБ на частотах кратних частоті резонансу, пов'язаному з довжиною з'єднуючого гумового шлангу (в нашому випадку 100…150Гц). Використання в перехідних муфтах отворів певної кількості та діаметру дозволяє суттєво знизити рівень завад, уникнути спотворення звуків у низькочастотній області. Для остаточної оцінки якості сенсору доцільно використовувати метод експертних оцінок. Проведені с залученням висококваліфікованих експертів оцінки показали, що перспективним є використання демпферів з 2…4 отворами.

Висновки.

1. Для зменшення завад при реєстрації сенсорами акустичних шумів процесу дихання потрібно використовувати в перехідних муфтах між фонендоскопом (стетоскопом) та мікрофоном акустичних демпферів у вигляді отворів певного діаметру, розташованих один відносно іншого через кут 90^0. На відміну від гумового патрубку, що штатно використовують в фонендоскопах вони не призводять до спотворення низькочастотних складових сигналу.

2. Для тестування сенсорів перетворення акустичних коливань у електричні доцільно комплексне використання методів спектрально часового аналізу спільно з методом експертних оцінок. Виготовлено дослідні зразки таких пристроїв. Розроблене програмне забезпечення дозволило провести пробні записи легеневих шумів з наступною їх обробкою математичними методами.

Перелік посилань:

1. М.Ф Бабаков Технології виділення сигнатур акустичних шумів при патології легень./ М.Ф Бабаков, В.І. Луценко, І. В. Луценко , Ло Иян / II Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ІСМ–2019) [Текст] : зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 220 с., С.30-31.

2. Олена Висоцька Засоби для реєстрації акустичних шумів легень / Олена Висоцька, Володимир Гламаздін, Олена Кривенко, Владисла Луценко Ірина Луценко, Олександр Шубний /

National Health as Determinant of Sustainable Development of Society. Editors: Nadiya DUBROVINA & Stanislav FILIP. *Monograph.* School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2021, pp. 788. Part 1. The Role Of Medicine In Ensuring The Health Of The Nation.

3. Кривенко О.В. Сенсори для об'єктивізації клінічних методів дослідження в медицині / Кривенко О.В., Кривенко Є.О., Клименко В.А., Дробова Н.М. / Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія. № 2 (131) 2021 ISSN 2411-2852 www.kiai.com.ua С.60.

УДК 004.421

ОЦІНЮВАННЯ ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ З РИЗИКОМ НА ЗАХВОРЮВАННЯ COVID-19

В. М. Бєлов, Т. А. Кобзар, Т. В. Крячок, О. С. Сєміхова, Н. В.Черленюк
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОН України
E-mail: kondratyuktanya@gmail.com

A study aimed at identifying post-traumatic stress disorder and the characteristics of physical health disorders in the group of risk for coronavirus disease, we conducted in a group of people with mental work in the context of the Covid-19 pandemic. An algorithm for studying the physical and psycho-emotional state of a person was formed. Thebackground of developed methodological complex consist of subjective and objective parameters for evaluating the physical and functional state. The substantiation of urgency of complex development is given. An analysis of the results was carried out.

У сучасному світі на тлі стрімкого розвитку цифрових технологій, підвищеного темпу кліматичних змін, епідемій планетарного масштабу фізичне та психоемоційне здоров'я людини піддається найбільшому впливу.

В усіх сферах життя ми відчуваємо високий тиск (стрес), пов'язаний з епідемічними обмеженнями Covid-19. В результаті постійного нервового перенапруження, що пов'язане із співпереживаннями до страждань оточуючих, військовими діями, хворобами виникають посттравматичні стресові розлади (ПТСР). Звичайно, найбільшого впливу посттравматичних стресових розладів, отриманих в результаті загальнопланетарної епідемії, зазнали ті, хто особисто переніс Covid-19, їхні друзі і родичі. До цієї категорії громадян можна також приєднати медичних працівників, які першими стикаються з життєвонебезпечною хворобою. Наразі актуальним є скринінг і цивільного населення (з урахуванням специфіки діяльності). Безпека праці та моніторинг фізичного, психічного здоров'я важливі для успішної роботи будь-якого колективу. Дистанціювання праці та навчання, заборона проведення будь-яких масових заходів вносить свою частку негативу в психоемоційний стан суспільства. Тому можливість виявлення, а в подальшому і корекції таких станів ПТСР дуже важлива.

Проведене нами дослідження направлене на виявлення групи осіб розумової праці з синдромом ПТСР або схильністю до нього на фоні пандемії Covid-19. У зв'язку із введенням локдауну та неможливістю організації повномасштабних досліджень, опитування було проведено на базі наукового колективу Міжнародного центру інформаційних технологій та систем. Такому вибору сприяла ще й професійна специфіка досліджуваного контингенту, оскільки в процесі трудової діяльності ці особи відчувають певні інтелектуальні і психоемоційні перенавантаження, які, в поєднанні з гіподинамією і напругою органів зору призводять до напруги, а часом зриву механізмів адаптації і погіршення здоров'я.

Було проведено скринінгове тестове дослідження на наявність синдрому ПТСР у 88 працівників Центру, із них, у 30 осіб він виявився позитивним.

У групі із 30 осіб з виявленим позитивним скринінговим тестом на ПТСР було проведено пілотне дослідження за розробленим методичним комплексом, який включає наступні опитувальники:

1. Опитувальник початковий (анкета із зазначенням віку, статі, групи крові, перенесених тяжких захворювань в анамнезі.).
2. Опитувальник ПТСР.
3. Опитувальник Д-фактор особистості.
4. Опитувальник СОЗ (суб'єктивна оцінка здоров'я).

В дослідження було включено тестування характеру за допомогою комп'ютерної системи ТОХО-20 та «експрес-діагностику стану здоров'я» за допомогою комп'ютерної системи ЕДСЗ. Крім того, кожному

учаснику проводили дослідження ступеню напруження регуляторних систем та рівня стресу за варіабельністю серцевого ритму (Фазаграф) [1]. Здійснювався контроль показників системи гемодинаміки та метаболічної системи, таких як АТ, ЧСС, цукор крові, оскільки їх розлади мають єдину патогенетичну основу. Як було виявлено останніми дослідженнями, патогенетичним підгрунтям таких змін є порушення ендотелію судин, що викликає ендотеліальну дисфункцію, на фоні які вже розвиваються атеросклеротичне бляшкоутворення, розлади функції тромбоутворення та інше, що має місце при ССЗ, АГ, ЦД та метаболічних розладах, а також є ускладненням любої вірусної агресії, у т.ч. ковідної.

Комплекс включає методику визначення функційного стану дихальної системи (вимірювання тривалості затримки дихання на вдиху – проба Штанге). Виконували антропометричні заміри, деякі навантажувальні тести (статичне балансування на лівій нозі -проба Бондаревського, що характеризує функціональний стан опорно-рухового апарату і координації рухів.), обов'язковий огляд лікаря та експертне оцінювання стану здоров'я за 5-ти бальною шкалою. Отримані параметри використовувались для розрахунків ряду індексів та взяті за основу для визначення узагальнюючих оцінок здоров'я, зокрема біологічного віку, темпу старіння, рівня фізичного стану за Пироговою (1986). Всю групу було опитано на предмет перенесеної тяжкої хвороби, зокрема, Covid-19.Для визначення наявності ПТСР було використано опитувальник скринінгу посттравматичного стресового розладу, розроблений Бліновим О.А. [2].

Розподіл у групі за гендерною ознакою наступний: жінки - 58%, чоловіки - 42. Слід зазначити, що 42% із загальної групи опитаних перехворіли ковідом, а в групі з позитивним тестом на ПТСР Covid-19 перенесли 17 осіб, тобто 56% групи ПТСР. 60% представників групи ПТСР мають Д-тип особистості, наявність якого свідчить про схильність до гіпертонічної та ішемічної хвороби серця. Більшість із групи з наявним ПТСР – жінки, що відповідає раніше проведеним дослідженням. Також жінки вікової групи 60-75 років частіше мають ПТСР, тоді як у групі чоловіків з наявним ПТСР проявляється відносна рівномірність по вікових категоріях.

Провели попередній статистичний аналіз за деякими показниками, зокрема було виявлено підвищений темп старіння – у 9 осіб (близько 30%) з 30 осіб з ПТСР, 5 із них перенесли Covid-19. Всі вони мають схильність до симпатикотонії, артеріальної гіпертензії та надлишок ваги різного стеню за індексом Кетле.

В наступних дослідженнях з метою доповнення картини діагностичних критеріїв оцінювання здоров'я планується використати запропоновану методику до всієї групи, де було застосовано скринінг на ПТСР з метою більш детального порівняльного аналізу результатів в виявленій групі, а також розширити дане дослідження на контингенти, професійна діяльність яких має схильність до стресу (військовослужбовці, оператори, медичні працівники, вчителі та інші).

Висновки. За результатами проведеного дослідження здійснено попередній статистичний аналіз розподілу ПТСР у осіб наукової сфери діяльності по ряду показників, які можуть бути використані в якості попередніх діагностичних критеріїв для визначення схильності до серцево-судинних захворювань та посттравматичних стресових розладів.

Перелік посилань:

1. Файнзильберг Л.С. ФАЗАГРАФ® – эффективная информационная технология обработки ЭКГ в задаче скрининга ишемической болезни сердца. *Клиническая информатика и телемедицина.* 2010. – Т. 6. – Вып. 7. С. 22-30.

2. Блінов О.А. Опитувальник скринінгу посттравматичного стресового розладу (ОС ПТСР) *Психологічний часопис: збірник наукових праць за ред. С.Д. Максименка*. – № 1 (11). – Вип. 11. – Київ: Інститут психології імені Г.С. Костюка Національної академії педагогічних наук України, 2018. – С. 26-37.

УДК 621.355.1

РОЗШИРЕННЯ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ ВИСОКОЧАСТОТНОЇ ЛАНКИ АКУСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ

А. А. Борщ, А. В. М ушкет, В. М. Олійник
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
E-mail: a.borshch@student.khai.edu

This paper considers the process of modernization of the speaker system to obtain high-quality sound

reproduction. The design of the acoustic design of the speaker is being developed - a dome for reflecting sound waves, which expands the area of the stereo effect for scattering sound waves. The stand for experimental researches of the modernized speaker is offered. The results of researches are substantiated and the conclusion on modernization of the general design of the speaker for achievement of function of expansion of its radiation pattern is formed.

Вступ. Слух є одним із найважливіших органів чуття людини. Вважається, що через слух людина отримує близько 13% інформації. Відтворити звуки, що чує людина в реальному світі можливо лише за допомогою високоякісних акустичних систем. Одним з параметрів, що суттєво впливає на достовірність звуків – є оцінка напрямку до джерела звуковідтворення, зверху чи знизу, далеко чи близько, зліва чи справа.

Основна частина. Для акустичної системи, що може відтворити якісний звук пропонується розробити купол-розсіювач для відбивання звукових хвиль, при вертикальному розташуванні самого динаміка та розсіювача, що розширяє зону стереоефекту. Зовнішній вигляд такого розсіювача показано на рис. 1.

Рис. 1. Зовнішній вигляд акустичного розсіювача

До широкої частини направляється звукова хвиля від середньо частотного динаміка, а до вузької частини – хвиля від високочастотного динаміка-твіттера.

Для дослідження характеристик спрямованості модернізованої акустичної системи був зібраний вимірювальний стенд, до складу якого входять: генератор частоти, підсилювач потужності, динамік, електронний вольтметр, мікрофон та вимірювач звукового тиску.

Дослідження діаграми спрямованості такої акустичної системи було виконано на частотах вибраних з третього переважного ряду ДСТУ 3990-2000, що складають 400 Гц, 1000 Гц, 2800 Гц, 5000 Гц, 8000 Гц та 12000 Гц. На потужності 1 Вт вимірювалися значення звукового тиску в залежності від кута повороту вимірювального мікрофону в діапазоні від 0° до 180° з кроком у 15°.

Отримано графіки характеристик спрямованості акустичної системи, що має форму, близьку до половини тороїда, що підтверджують можливість розширення умовної стереобази.

Висновки. Пропонується ввести до акустичної системи купол-розсіювач для відбивання звукових хвиль, та формування полутороідальної діаграми спрямованості, що розширяє зону стереоефекту. Отриманий звук в модернізованій акустичній системі наближений до реального – відтворені всі деталі просторового розташування звукових джерел.

УДК 004.5; 616-71

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО ТЕСТУВАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ

М. М. Будник
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України,
просп. Академіка Глушкова 40, м. Київ, 03187
E-mail: budnyk@meta.ua

Study of psycho-physiological testing tools based on the software-hardware complex "Psykholot-1" with the prospect of its combination with Biological Feedback (BF) is described. It is needed to monitor

patients undergoing rehabilitation in order to develop new decision rules specially adapted for assessing and monitoring the current state of patients, as well as the effectiveness of rehabilitation. To implement the BF, the Psykholot-1 complex should be used in a simulator mode with a visual presentation of the test results to the patient in real time.

Вступ та постановка задачі. Психофізіологічна (ПФ) експертиза є складовою медичних оглядів працівників, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки, та тих, що потребують професійного добору, і визначається як комплекс заходів, спрямованих на проведення одного з видів професійного добору працівника за його ПФ важливими якостями (ПФВЯ). Це – агресивність, пам'ять, увага (стійкість, розподіл, перемикання, обсяг, концентрація), функціональна рухливість нервових процесів, психомоторні якості, урівноваженість нервових процесів, орієнтація в просторі, орієнтація у замкненому просторі, просторово-часова екстраполяція, резерви вегетативних функцій, стійкість до впливу стресів, стійкість до монотонності роботи, відповідальність, схильність до ризику тощо.

Існує вітчизняна розробка, програмно-апаратний комплекс (ПАК) ПФ діагностики «Психолот-1», призначений для проведення ПФ експертизи працівників, які залучаються до виконання небезпечних робіт [1-2]. Проте, на сьогодні в Україні відсутній прилад для ПФ контролю стану пацієнта у процесі реабілітації. Тому створення методик контролю стану пацієнта у процесі реабілітації є актуальною задачею.

Мета дослідження – розробити методику для апробації цього ПАК з метою оцінки психологічного та ПФ стану пацієнта, розробити вирішуючі правила для оцінки ефективності реабілітаційних процедур та поточного стану пацієнта. Це буде проводитися на основі реєстрації показників швидкості та правильності виконання тестів обстежуваною особою, реєстрацію допущених особою помилок та обчислення інтегрального показника.

Схема реалізації біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ). Застосування ПАК «Психолот-1» для реалізації діагностичної компоненти медичної реабілітації дозволяє оцінити за допомогою кількісних метрик порушення показників психологічного та ПФ гомеостазу, провести інтерпретацію отриманих результатів та сформулювати реабілітаційний діагноз для обґрунтування втручань чи коригування індивідуальної програми реабілітації.

Відомий метод БЗЗ, який полягає у використанні неусвідомлюваних процесів та керуванні фізіологічними процесами спочатку, шляхом контролю зовнішніх сигналів, а потім шляхом свідомого регулювання внутрішнього фізіологічного стану. Згідно класичної моделі БЗЗ інформація про стан фізіологічної системи-мишені, яка стає доступною пацієнтові, загострює сприйняття симптомів порушення функціонування й дозволяє пацієнтові контролювати виконувану роботу, формувати стратегію поведінки, придатну для усунення цих симптомів.

У цьому контексті для реалізації БЗЗ комплекс «Психолот-1» повинен застосовуватися у режимі тренажера. Ідея полягає у візуальному поданні пацієнтові ПФ тестів у реальному часі. При цьому пацієнт багатократно виконує тести руками шляхом натискання відповідних кнопок на спеціалізованій клавіатурі у режимі навчання, аналізує свої оцінки, намагається (навчається) зменшувати кількість помилок та збільшувати швидкість виконання тестів. При цьому несвідомо покращуються його ПФВЯ, зокрема, психомоторні навики, когнітивні здібності, швидкість реакції. Такий тренінг із застосуванням БЗЗ стимулює нервову систему та приводить до зниження рівня та тяжкості наявних ПФ порушень. На рис. 1 наведено схему функціональної ПФ корекції стану людини й діагностики змін внаслідок корекції за допомогою зазначеного пристрою.

Рис. 1. Схема реалізації БЗЗ за допомогою ПАК «Психолот-1»: 1 – пацієнт; 2 – спеціалізована клавіатура; 3 – ПК чи ноутбук; 4 – програмне забезпечення ПАК «Психолот-1», 5 – монітор.

Для об'єктивної діагностики змін спочатку, до тренування, проводять тестування в режимі екзамену, визначають кількісні показники стану пацієнта. Потім після завершення тренування (БЗЗ-корекції) повторно проводять тестування та порівнюють результати двох тестів. В результаті це дає змогу кількісно оцінити покращення як ПФ стану пацієнта в цілому на основі інтегрального показника, так і зміни окремо рівня 11-ти найважливіших ПФВЯ: 1) пам'ять (зорова); 2) урівноваженість нервових процесів; 3) психомоторні якості; 4) функціональний стан; 5) стійкість до впливу стресів; 6) стійкість до монотонії; 7) відпо-відальність; 8) увага (концентрація); 9) увага (концентрація, швидкість, переключення); 10) функціональна рухливість нервових процесів; 11) зорово-моторна координація.

Певним недоліком є необхідність працювати з ноутбуком, що накладає обмеження на умови сеансів БЗЗ й утрудняє чи навіть унеможливлює комбінацію сеансів БЗЗ з активним (фізичним) навантаженням на організм. Але при цьому можливе чи навіть доцільне пасивне навантаження у вигляді світлозвукової, теплової, електромагнітної чи іншої стимуляції. Перспективним також може бути застосування видів терапії, які не вимагають спеціальних технічних засобів, а можуть бути реалізовані лише за допомогою ноутбука. Наприклад, це може бути музикальна терапія, яка, як відомо, може стимулювати перебіг нервових процесів.

Результати і висновки. У роботі наведено дослідження засобів психофізіологічного тестування на основі програмно-апаратного комплексу «Психолот-1» з перспективою його доповнення засобами біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ). Для верифікації запропонованої схеми потрібно провести контроль пацієнтів, які проходять реабілітацію, для розроблення вирішувальних правил, спеціально пристосованих для оцінки та контролю поточного стану ефективності реабілітації, а також ефективності БЗЗ для реабілітації.

Подяки. Робота виконана в рамках проєкту Національному Фонду Досліджень України №2020.01/02045 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)» (керівник – академік НАНУ Палагін О.В.), конкурс «Наука для безпеки людини та суспільства», 2020-2021 роки.

Перелік посилань:

1. Петров О. С., Ярема Т. М., Будник М. М., Єна А. І., Маслюк В. В., Берсеньов В. В. Розробка та впровадження у виробництво програмно-апаратного комплексу психофізіологічної діагностики «ПСИХОЛОТ-1». Інформаційні системи та технології в медицині (ISM–2018): Зб. мат. міжн. н.-практ. конф., 28-30.11.2018. Харків: ХНУРЕ. С. 124–125.
2. Єна А. І., Маслюк В. В., Будник М. М. Оцінка професійно важливих якостей при психофізіологічній експертизі працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки. Біологічна і медична інформатика та кібернетика. Зб. наук. праць / відп. ред. М.Будник. – 2019. – Київ: ІК імені В. М. Глушкова НАНУ. С. 89-99.

УДК 004.4; 616-71

ОЦІНКА РИЗИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PULSEWAVE МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В. М. Будник, Т. М. Риженко
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України,
Відділ пристроїв, систем та технологій безконтактної діагностики,
проспект Академіка Глушкова 40, Київ, 03187
E-mail: budnykv@meta.ua

Software, designed to work with medical devices that have an ECG or photometric channels, is presented. The procedure of risk assessment in the software operation according to the international standard is described. The results of the risk assessment of developed software are presented.

Вступ та постановка задачі. На сьогодні в світі активно розвивається різноманітна медична техніка, кожна одиниця якої має власне програмне забезпечення (ПЗ, вбудоване або зовнішнє),

розроблене спеціально під певний тип приладу. Суттєву долю з них складає техніка для неінвазивної діагностики тіла людини, зокрема що працює в напрямку ЕКГ та фотометричної діагностики. Кожне розроблене ПЗ має пройти оцінку відповідності як окремий продукт або у складі приладу. Автори обрали перший варіант, бо вважають цей шлях простішим. Для цього важливо визначити та провести оцінку ризиків, які можуть виникнути при роботі розробленого програмного забезпечення згідно міжнародних стандартів для подальшої оцінки відповідності [1].

Матеріали та методи. Для тестування роботи ПЗ використано портативний прилад - ЕКГ-фотометричний комплекс «КАРДІОПУЛЬС» [2], який розроблений у Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ та призначений для неінвазивної діагностики стану серця та судин за отриманими ЕКГ та фотометричними даними. Відповідно до пункту 4.2 ДСТУ EN 62304:2014 [3] оцінка ризику ПЗ проводиться згідно ДСТУ ISO 14971:2009 [4]. У зв'язку з тим, що сертифікація ПЗ проводиться як Stand alone то файл менеджменту ризику розробляти не потрібно, а лише провести оцінку ризиків.

Структура ПЗ. Воно складається з набору 31 модулів і 19 форм, які пов'язані між собою. Вони написані на мові Delphi 7. Зв'язок ПЗ з іншими програмами приведений на рис. 1.

Схема роботи ПЗ: Перед початком запису сигналу користувач має вибрати джерело вхідного сигналу зі «Списку джерел даних». Він також може налаштувати параметри запису та каналів. Під час реєстрації сигнали відображаються у вікні у режимі онлайн. Після цього сигнали записуються у ПК і зберігаються у базу даних (БД). Користувач вибирає запис пацієнта із БД і запускає процедуру обробки. У результаті після обробки «Генератор звітів» ПЗ створює звіт про обстеження, який можна зберегти у форматі PDF чи роздрукувати, а значення параметрів можна експортувати в MS Office. Цей звіт може бути використаний лікарем для встановлення діагнозу пацієнта.

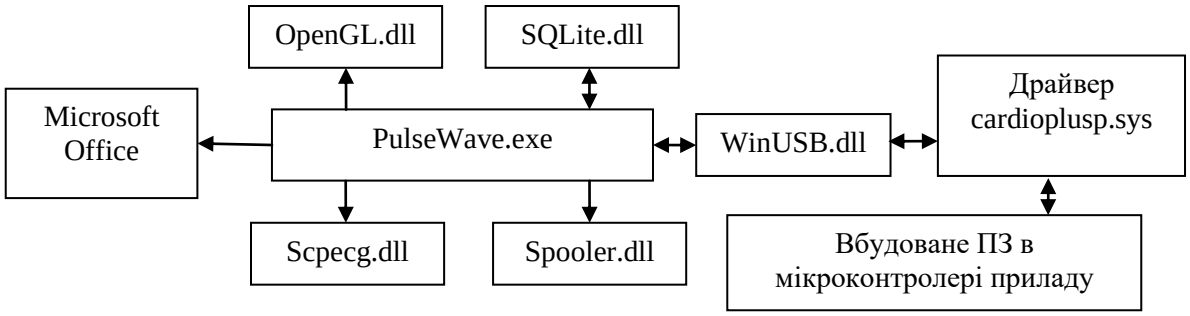


Рис. 1. Взаємодія програми PulseWave із програмним оточенням

Оцінка ризиків ПЗ складається з ідентифікації небезпеки, її характеристики, оцінки її впливу та характеристики ризику. За результатами оцінки готується «Звіт з оцінки ризиків», у якому на початку вказуються таблиці із зазначенням визначення рівнів Серйозності небезпеки (S1-S5) та Частоти небезпеки (P1-P3). Далі формується таблиця Критерію оцінювання прийнятності ризику, де по вертикалі вказується S1-S5, по горизонталі P1-P3 і на перетині у клітинках ставлять відмітку прийнятний, прийнятний з відхиленням чи не прийнятний.

У наступній таблиці Звіту (табл. 1) вказують по рядкам небезпеки, в колонках їх характеристики. Для кожної небезпеки, зазначеній у окремому рядку у додаткових колонках справа проводиться оцінка серйозності, частоти та рівня ризику до застосування «Дії для зниженню ризику», а потім і після застосування таких дій у окремих колонках справа. Крім цього добавляють нову колонку, у якій обов'язково зазначають чи виникає нова шкода після виконання цих заходів.

Таблиця 1. – Приклад запису в таблиці «Визначення рівня небезпек, притаманних ПЗ»

ID шкоди	Початкова послідовність подій	Небезпечна ситуація	Шкода	Дії для зниження ризику
H1	Запис з БД недоступний для читання або пошкоджений	Помилка роботи з базою даних	Втрата даних з БД	Користувач при обстеженні повинен після кожного запису перевіряти наявність збереженого запису у БД та можливість його обробки

У результаті роботи для розробленого ПЗ виявлено біля 10 небезпек. Проведено оцінку їх рівнів ризику та визначено дії для зниження ризику. В результаті застосованих дій рівень ризику всіх небезпек було знижено до прийнятного, що забезпечує успішне проходження сертифікації. Отже, ПЗ є безпечним для застосування у роботі з медичними приладами.

Висновки. В роботі розглянуті структура та призначення ПЗ «PulseWave». Показано його взаємозв'язок із іншими програмами під час роботи. Описано процедуру оцінки ризиків при роботі ПЗ згідно міжнародного стандарту. За результатами оцінки розроблено «Звіт з оцінки ризиків». Цей документ спільно з «Життєвим циклом ПЗ» та «Настановою щодо користування» забезпечать можливість провести оцінку відповідності ПЗ вимогам технічного регламенту на медичні вироби.

Подяка. Автори висловлюють подяку Національній академії наук України за фінансову підтримку при виконані роботи за проєктом ВК220.35.21 «Розробка, дослідна експлуатація та впровадження у виробництво біомедичних інформаційно-діагностичних систем та інтелектуальних сенсорних приладів» (керівник – д.т.н. Будник М.М.), в рамках цільової програми наукових досліджень НАНУ «Розумні» сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» на 2018-2022 роки.

Перелік посилань:

1. ДСТУ IEC 60601-1:2012. Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик. http://www.pacificcrn.com/Upload/file/ 201705/06/20170506193715_57243.pdf.

2. Дегтярук В.І., Будник М.М., Ходаковський М.І., Будник В.М., Риженко Т.М., Мудренко М.І., Чайковський І.А. Розробка ЕКГ-фотометричного комплексу згідно вимог технічного регламенту на медичні вироби // *Вчені записки Таврійського Нац. ун-ту імені В.І. Вернадського. – серія: технічні науки.* 30 (69). №4. 2019. Ч.1. С.29-33. https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.4-1/06.

2. ДСТУ EN 62304:2014. Програмне забезпечення медичних пристроїв. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення (EN 62304:2006, IDT). https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iec: 62304:ed-1:v1:en.

3. ДСТУ ISO 14971:2009 Вироби медичні. Настанови щодо управління ризиком (ISO 14971:2007, IDT). https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14971:ed-2:v2:en.

УДК 004.5

РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ПОТЕНЦІЙНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЛЮДИНИ

Л. В. Васильєва, О. Ф. Тарасов, О. О. Марчук
Донбаська державна машинобудівна академія
E-mail: kit@dgma.donetsk.ua

A software and hardware complex was designed and developed to solve the task: statistical analysis of the influence of external factors on the potential performance of a person. A mathematical model has been developed to quantify the effectiveness of interaction with a computer keyboard. A method for analyzing the influence of external factors on the potential performance of a person at a computer has been developed.

Вступ. Система людина-комп'ютер може розглядатися як складна адаптивна система, на якість роботи якої впливає як технічна складова, так і стан людини-оператора. При дослідженні людини, як частини адаптивної системи, використовуються заміри різних параметрів: когнітивних (електрична активність головного мозку), серцево-судинної системи, стилометрії (клавіатурний почерк – швидкість набору тексту, тривалості пауз між введенням букв тощо), тощо. Це дозволяє отримати кількісну оцінку швидкості та точності взаємодії людини з комп'ютером для визначення її функціонального стану як оператора. Один з багатообіцяючих методів – це використання психофізіологічних замірів для оцінки змін функціонального стану оператора [1 – 3]. Така інформація збирається через датчики в режимі реального часу, щоб виявити моменти підвищеного попиту на

когнітивні ресурси оператора і знайти спосіб вивести ці ресурси на рівень, адекватний вимогам задачі що виконуються цим оператором.

Система, яка буде одночасно мати доступ до значної кількості різноманітних факторів, може якісно використовуватися для прогнозування майбутнього стану користувача на основі попереднього виділення "найсильніших" факторів за рівнем впливу на швидкість зростання втоми людини. Це можна забезпечити за рахунок інтеграції з програмно-апаратним комплексом (ПАК), призначеним для аналізу електричної активності головного мозку [4].

Основна частина. Для статистичного аналізу впливу зовнішніх факторів на потенційну працездатність людини розроблена модель і проект програмного забезпечення для ПАК. Виконаний формалізований опис процесу: програма має проводити збір даних стилометрії за допомогою монітору з реєстрацію помилок, та збір даних зовнішніх факторів з використанням мікроконтролера. Всі зібрані дані мають записуватись одночасно з контролером часу до бази даних. Підключення до бази даних має здійснюватися через універсальний "адаптер". По зібраних даних повинен проводитися кореляційний аналіз стилометрії та зовнішніх факторів. Результати аналізу повинні виводитись у графічному вигляді (пелюсткова діаграма, графіки). В інтерфейсі користувач може запустити проходження експрес-тесту на концентрацію та експрес-тесту на реакцію оператора, щоб виявити його вихідний стан.

Діаграма компонентів спроектованого програмного модуля ПАК представлена на рис. 1.

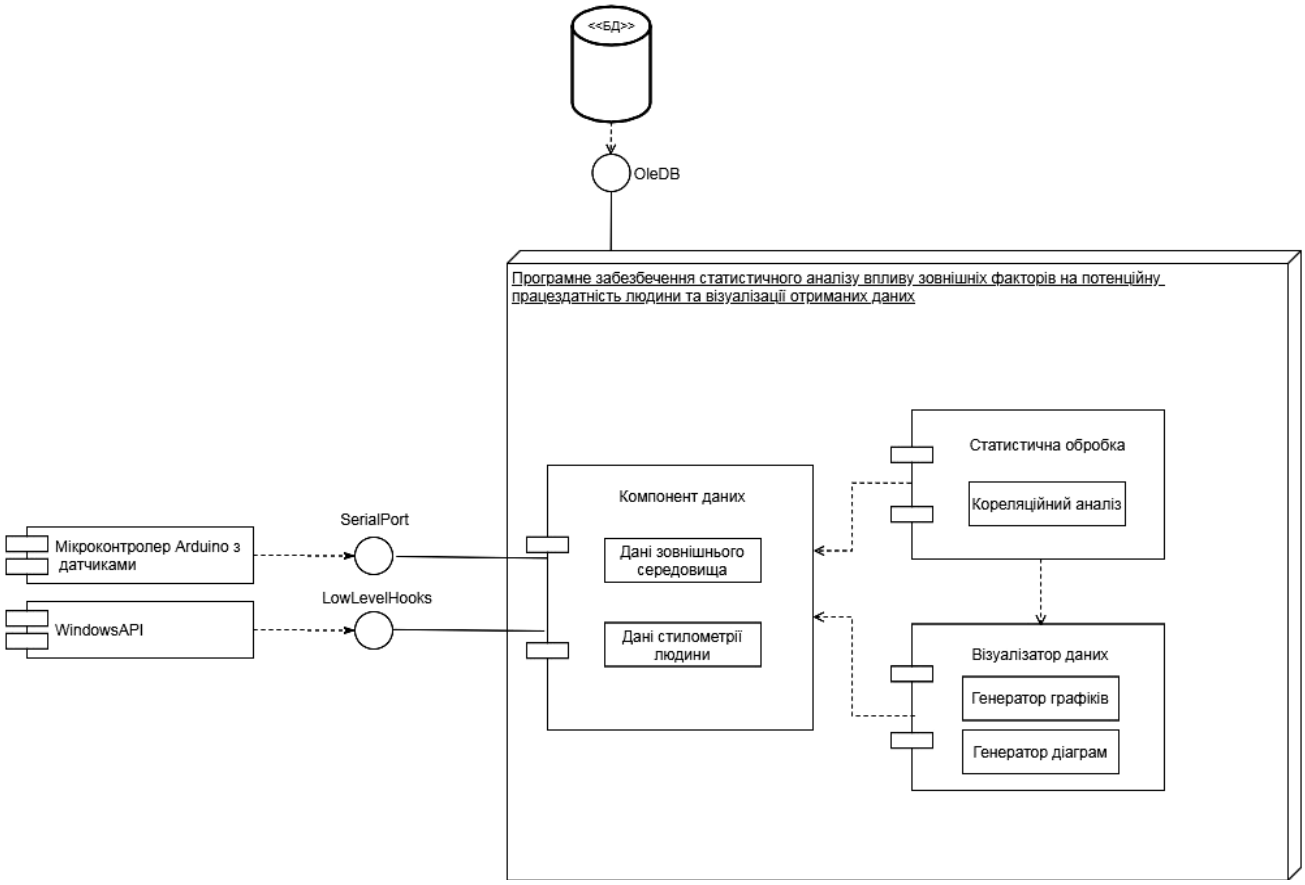


Рис.1. Діаграма компонентів для програмного модуля ПАК

Для зняття показників оточуючого середовища був вибраний варіант із програмованим мікроконтролером з датчиками. У якості мікроконтролеру був вибраний Arduino MEGA, оскільки він має низьку вартість, легко програмується під задану задачу, для нього є необхідні готові датчики з програмними бібліотеками для їх підключення. У якості датчиків були вибрані BME-280 для зняття даних температури, вологості та атмосферного тиску і GY-49 для визначення рівня освітленості в приміщенні. Ці датчики мають достатню для даного ПАК точність і водночас відносно недорого коштують, відповідно цей комплекс буде доступним для кінцевого користувача.

У якості основної мови програмування для розробки програмної частини комплексу була обрана мова C# та платформа .NET.

Висновки. Розроблено статистичний метод аналізу впливу зовнішніх факторів на потенційну продуктивність людини при роботі за комп'ютером. Спроектований програмний модуль, який за рахунок сумісного використання із модулем аналізу електричної активності головного мозку буде забезпечувати більш комплексну оцінку стану оператора. Розроблена методика застосування модуля програмно-апаратного комплексу «ChillMind», яка дозволить користувачам цього ПАК проводити власні практичні дослідження впливу зовнішніх факторів на ефективність їх роботи за комп'ютером, тим самим покращувати свою продуктивність і організацію праці.

Перелік посилань:

1. Jap B.T., Lal S., Fischer P., Bekiaris E. Using EEG spectral components to assess algorithms for detecting fatigue // Expert Systems with Applications. – 2009. – 36. – 2352-2359. DOI: 10.1016/j.eswa.2007.12.043.

2. Cheng Shyh-Yueh, Hsu Hong-Te Mental Fatigue Measurement Using EEG, Risk Management Trends. Giancarlo Nota (Ed.), 2011. DOI: 10.5772/16376.

3. Trejo L.J., Kochavia R., Kubitzb K., Montgomerya L.D., Rosipala R., Matthewsa B. EEG-based Estimation of Cognitive Fatigue. – 2005. DOI: 10.1007/978-3-540-73216-7_23.

4. Marchuk A., Davydov Y., Vasylieva L., Staskevych I. Investigation of the influence of external factors on the potential performance of a person at the computer and his brain activity // Black Sea Science 2021. Information Technology, Automation and Robotics : proc. of the Intern. Competition of Student Scientific Works / Odessa Nat. Acad. of Food Technologies ; eds. B. Yegorov, M. Mardar, S. Kotlyk [et al.]. – Odessa : ONAFT, 2021. – P. 333–344.

УДК 004.681

СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ

В. В. Горборуков
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
E-mail: slavon07@gmail.com

The problem of assessing the effectiveness of rehabilitation of patients for the analysis and development of sets of measures aimed at the maximum possible restoration of the patient's lost abilities after various diseases is actual. The created service of assessing the effectiveness of rehabilitation on the basis of ICF profiles of patients allows for a comprehensive analysis of the process of their recovery.

На сьогодення важливим завданнями є забезпечення переходу до нового підходу оцінки пацієнта з використанням міжнародної класифікації функціонування МКФ. Впровадження даних принципів дозволить зробити прозорим процес реабілітації і за рахунок цього буде сприяти підвищенню якості медичної допомоги. Однак крім безпосереднього оцінювання по даним шкалам, необхідні механізми визначення на основі відповідних показників реабілітаційного потенціалу пацієнта та безпосередню його спроможність до відновлення.

Основною задачею розробленої програмної системи (рис.1) оцінки ефективності реабілітаційних заходів, крім візуалізація стану пацієнта до та після курсу реабілітації, є визначення якості реабілітації на основі відповідної методики [1]. Спосіб оцінки ефективності реабілітації пацієнтів визначається шляхом вимірювання показників порушень функцій організму, активності і участі пацієнта за допомогою стандартизованих оціночних шкал категорії МКФ.

Розроблений інтерфейс системи надає користувачу наступні можливості:

- перегляду
  - ✓ графічного представлення стану пацієнта на основі його МКФ-профілю (до та після курсу реабілітації)
  - ✓ динаміку зміни ступеню відхилень від норми по МКФ-доменам з відповідною їх ієрархічною структурою та з представленням у кількісному та графічному вигляді.

✓ значень реабілітаційного потенціалу до курсу відновлення та інтегрального реабілітаційного показнику, що характеризують узагальнений стан пацієнта

✓ ефективності реабілітації, як у відсотковому представленні так і у словесній лінгвістичній шкалі.

– управління

✓ вибір обсервацій пацієнта, які застосовувати для оцінювання.

✓ вибір показників, які використовувати для відповідних обчислень, що надає змогу проводити більш комплексний аналіз та виявляти проблемні аспекти.

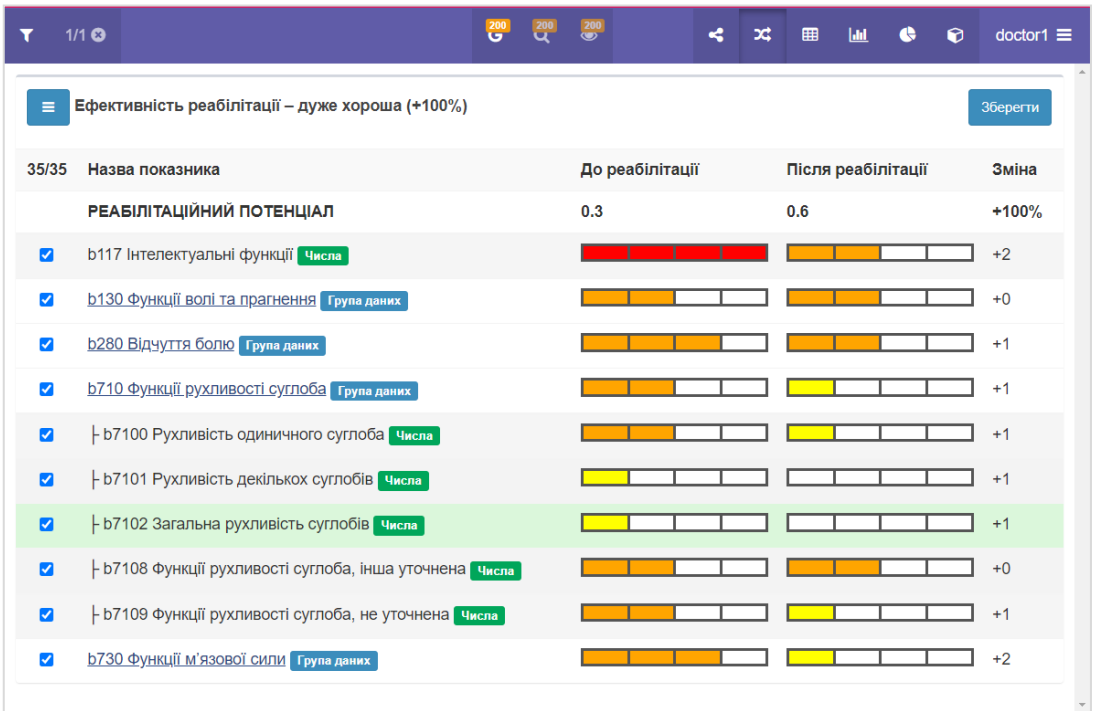


Рис. 1. Користувацький інтерфейс системи оцінки ефективності реабілітаційних заходів

Таким чином створена система надає користувачеві засоби для перегляду і управління в цілях дослідження динаміки зміну стану пацієнта та ефективності реабілітації.

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)»

Перелік посилань:

1. Склянная К. А. Оценка прогностических факторов восстановления двигательной функции у пациентов в резидуальном периоде острого нарушения мозгового кровообращения в процессе кинезиотерапии: дис. канд. техн. наук. / К.А. Склянная. – Пермь, 2017. – 180 с.

УДК 621.3.082.52: 628.316.6

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИЧНОГО АБСОРБЦІЙНОГО ДАТЧИКА ОЗОНУ ДЕЗІНФЕКТОРА РІДИНИ ТА ПОВІТРЯ

Є. М. Кісельов, Д. Г. Алексієвський, К. О. Туришев, В. В. Резніченко
Запорізький національний університет,
кафедра мікроелектронних та електронних інформаційних систем
E-mail: enk.nmv@gmail.com

The simulation of an optical absorption ozone sensor has been carried out. It is shown that the minimum measurement cycle duration is 120 ms. Based on this, the program code of the sensor microcontroller is optimized.

З метою контролю продуктивності функціонування дезінфектора рідини та повітря і умов безпеки його використання у [1] було розроблено оптичний абсорбційний датчик озону з мікроконтролерним керуванням. При цьому використовувався імпульсний режим роботи оптичного каналу, що дозволяє знизити вплив перешкод на результати вимірювань. Тому актуальним є дослідження часових параметрів датчика і керуючого програмного забезпечення.

Для цього було проведено моделювання датчика і керуючого програмного забезпечення приймачем і джерелом випромінювання у середовищі Proteus. Завдання для моделювання наведено на рис. 1.

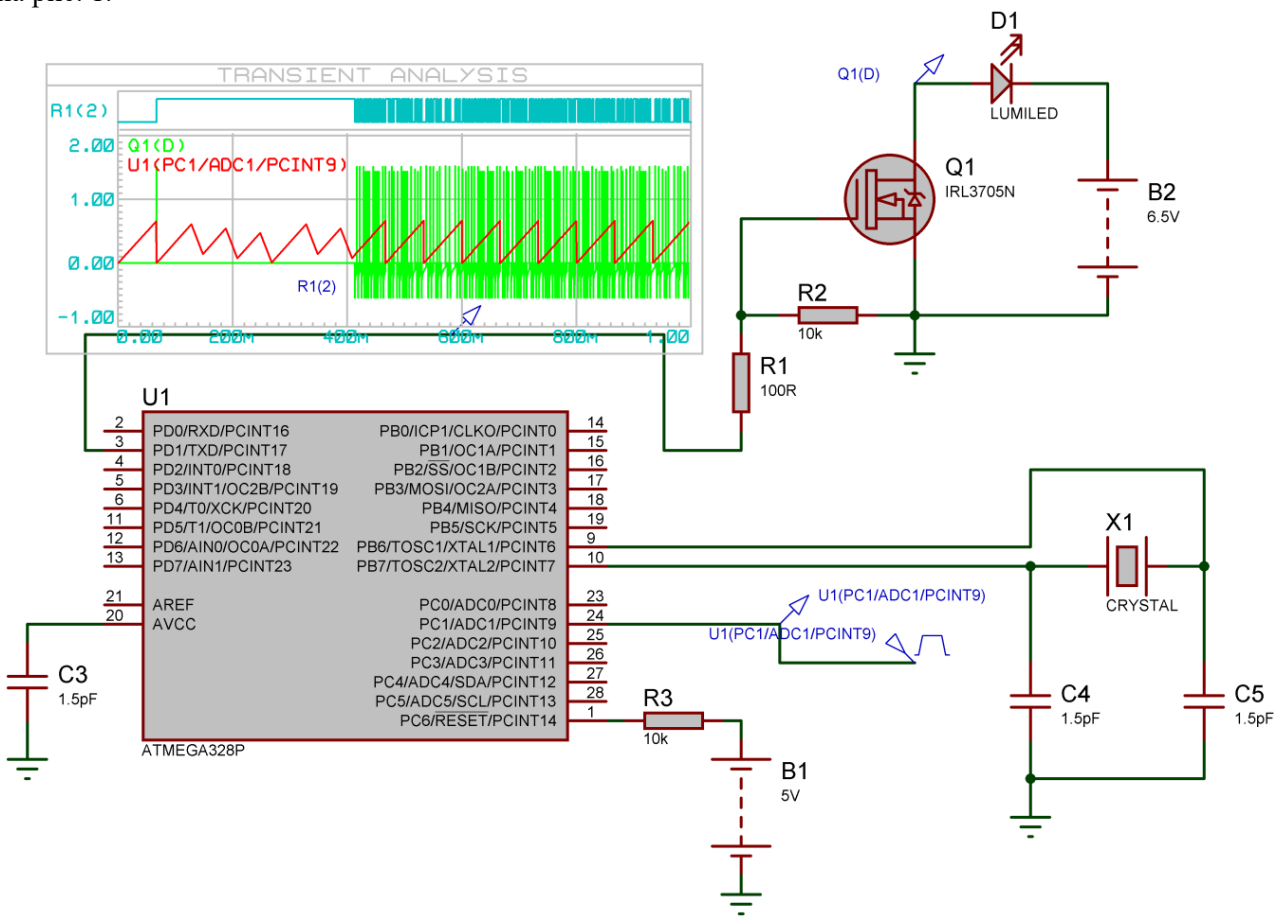


Рис.1. Завдання для моделювання оптичного абсорбційного датчика озону у середовищі Proteus

У наведеному завданні було використано програмну модель мікроконтролера ATMega328P, сенсор озону у вигляді імпульсного джерела напруги U1 і джерело випромінювання (ультрафіолетовий світлодіод з максимумом випромінювальної характеристики у діапазоні довжин хвиль 250 – 260 нм) на основі бібліотечної моделі потужного світлодіоду D1, що керується за допомогою потужного ключа на базі польового транзистора з ізольованим заслоном Q1. Живлення датчика здійснюється окремими джерелами, зважаючи на різні вимоги щодо напруг і струмів споживання мікроконтролера і світлодіода.

Керуюче програмне забезпечення було розроблено на мові програмування С і скомпільоване за допомогою середовища Arduino IDE у бінарний файл, що завантажується до моделі мікроконтролера.

Дослідження датчика здійснювалось у режимі Spice – аналізу часових розгорток сигналу сенсора озону (Sensor), цифрового сигналу керування світлодіодом (ATMega) і напрузі на світлодіоді (Led). Результати моделювання, які наведено на рис. 2, показують, що час підготовки датчика до функціонування складає 70 мс. Після цього мікроконтролер здійснює перевірку підключення зовнішніх ланцюгів, але ще не виконує обробку сигналу сенсора і керування джерелом випромінюванням. Таким чином, процеси обробки вимірювальних сигналів розпочинаються з моменту часу 410 мс.

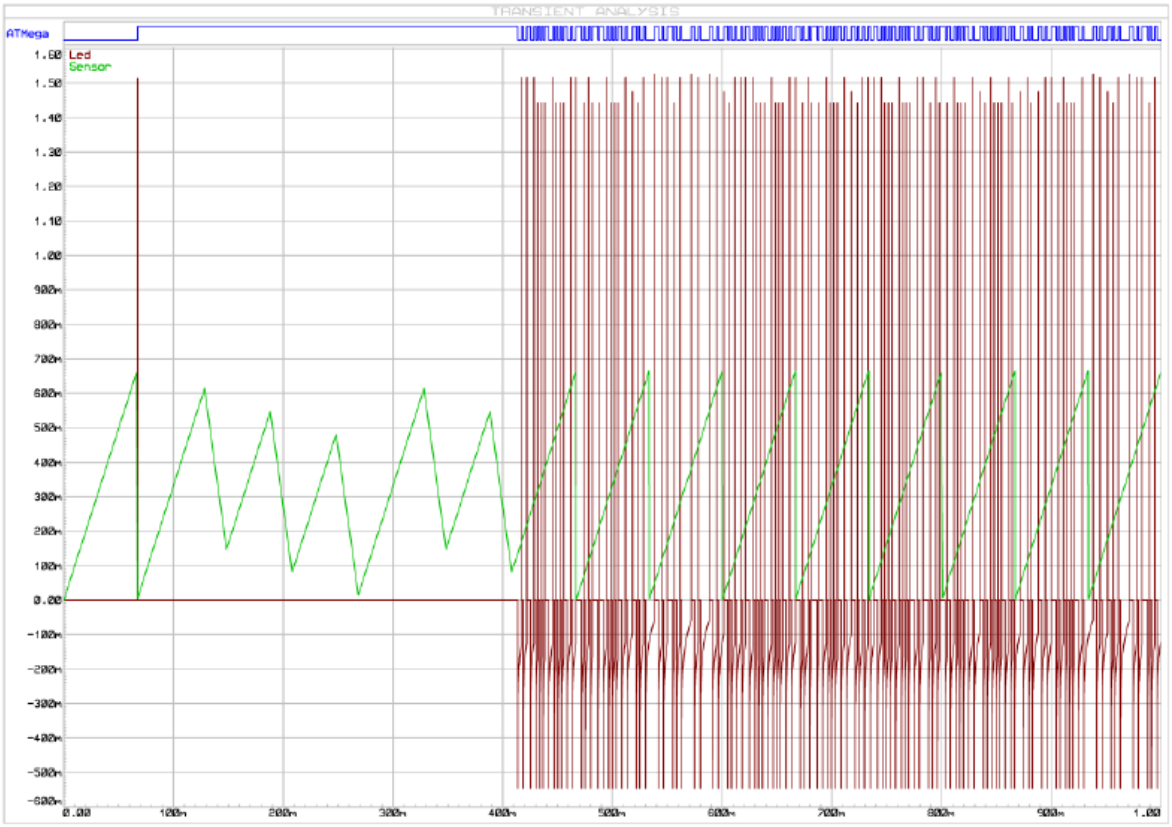


Рис. 2. Результати моделювання оптичного абсорбційного датчика озону

Також встановлено, що імпульси випромінювання формуються під час дії фронтів імпульсів керування мікроконтролеру. Кількість таких імпульсів залежить від тривалості зміни сигналу на виході сенсора і в середньому дорівнює 20. Таким чином мінімальна тривалість циклу вимірювання становить 50 мс.

На основі цього було оптимізовано програмний код керування мікроконтролером датчика, що займає 5466 байт у пам'яті мікроконтролера, а глобальні змінні займають 335 байт. Показано, що мінімальна тривалість циклу вимірювання концентрації озону становить 120 мс.

Перелік посилань:

1. Кісельов Є. М., Алексієвський Д. Г., Туришев К. О. Датчик озону для дезінфектора рідини та повітря. III Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ISM–2020): збірник наукових праць Харків: Національний аерокосмічний університет, 2020. С. 186-187.

УДК 621.398

МОБІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ З ТРАВМОЮ ОБЛИЧЧЯ

К. В. Колесник[1], Д. М. Колісник [1]
[1]Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут»
61002, Харків, вул. Кирпичова 2, каф. Промислової та біомедичної електроніки
E-mail: kolesniknet@ukr.net

Recently, due to the widespread introduction of modern telecommunication systems into our life, more and more often the solution to many medical problems is the integrated use of modern diagnostic and therapeutic technologies, and network technologies. However, if telemedicine screening and monitoring is

now sufficiently developed and introduced into medical practice, the issues of remote physiotherapy with automatic control of its process have been studied quite little. The authors consider the possibility of using a remote physiotherapeutic device for electrogalvanotherapy on damaged segments of the patient's face bone tissue.

Останнім часом у зв'язку з широким впровадженням у наше життя сучасних телекомунікаційних систем, все частіше вирішенням багатьох медичних проблем є комплексне використання сучасних технологій діагностики і терапії, і мережевих технологій. Швидкий розвиток електроніки і засобів телекомунікацій зумовили значні зміни в можливості забезпечення екстреної та ефективної медичної допомоги пацієнтам що знаходяться поза межами лікувальних установ. Але це стосується насамперед дистанційного контролю стану пацієнтів: телемедичного скринінгу і моніторингу, які зараз вже досить розповсюджені і впроваджений в медичну практику. Питання дистанційної фізіотерапії з автоматичним контролем її процесу лікування вивчені на цей час вивчені досить мало. При цьому, досить часто пацієнтам, що знаходяться за межами стаціонарного медичного закладу: під час загострення хронічних хвороб або медичної післяопераційної реабілітації, потрібна саме дистанційна фізиотерапевтична допомога з моніторингом поточного стану та ефективності її застосування.

Для прикладу, можна розглянути можливість застосування дистанційного фізіотерапевтичного апарату для електрогальванотерапіі на пошкоджені сегменти кісткової тканини обличчя пацієнта. Такий прилад мав би бути досить корисний під час позастаціонарного лікування пацієнтів з травмами обличчя, прискорюючи процеси реабілітації та видужування .

Рис. 1. Щелепно-лицьова травма пацієнта

З медичної точки зору травми обличчя лікується в залежності від локалізації переломів: хірургічним шляхом або шляхом фіксації з наступним медикаментозним лікуванням.

При проведенні хірургічного з’єднання кістяних уламків – остеосинтезі, на етапі реабілітації - для прискорення регенерації тканин зазвичай одночасно з медикаментозним лікуванням використовуються фізіотерапевтичні методи лікування [1, 2].

Рис. 2. Фізиотерапевтичне лікування пацієнтів з травмою обличчя

У фізіотерапевтичному лікуванні переломів великий вплив має застосування імпульсних струмів, які надають багатогранний вплив на перебіг процесів консолідації уламків. Імпульсні струми стимулюють мікроциркуляцію, трофічні процеси, реіннервацію в пошкодженому регіоні і, що найбільш важливо, відновлюють рухову активність м'язів. Однак необхідно пам'ятати про те що застосування імпульсних струмів виправдано тільки в разі наявності фіксованих уламків кістки, при нефіксованих уламка їх застосування протипоказано. Можуть бути використані різні види струмів: флюктуорірующій, синусоидально-модульований, діадинамічний. Вплив проводять в проекції жувальних м'язів на боці травми. Існуючі засоби для електрогальванізації (Рис.1): Поток 1, ЄЛФОР, МИТ, ТОНУС усіх їх модифікацій є стаціонарними прилади з живленням від мережі, маю досить великі масогабаритні характеристики і не дозволяють використовувати їх в мобільних телемедичних комплексах лікування та моніторингу стану хворого в післяопераційний період або в період реабілітації. Для телемедичного застосування такі прилади повинні мати автономне живлення, малі габарити та можливість контролю та керування в складі телемедичного комплексу.

Автори пропонують сучасний фізіотерапевтичний прилад для телемедичної реабілітації пацієнтів з травмою обличчя, що працює за заданими алгоритмами, має досить малі малогабаритні

показники та зручне керування як у ручному режими, так і в дистанційному у складі телемедичного лікувально-діагностичного комплексу [3, 4]. Структурна схема приладу наведена на рис. 2

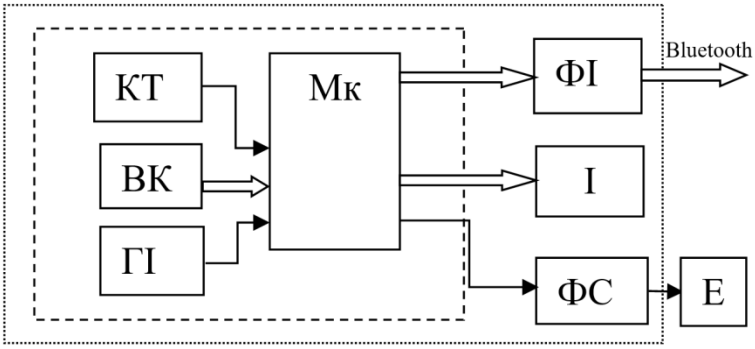


Рис. 2 Стуктурна схема мобільного пристрію для телемедичної реабілітації пацієнтів з травмою обличчя

Прилад має у своєму складі мікропроцесор (Мк), на базі якого реалізовано генератор імпульсів (ГІ) – що формує послідовність імпульсів змінних частот, керуючий таймер (КТ) – що дозволяє формувати задану послідовність імпульсів та пауз, вбудований індикатор (І), який відображує вибрану програму лікування, робочі частоту та струм приладу, формувач інтерфейсу обміну (ФІ) Bluetooth – для керування та контролю роботи приладу. Вихідні кола приладу мають керований від Мк формувач струму (ФС) – що дозволяє регулювати струм через електроди (Е) в заданому діапазоні. Для задання режимів роботи приладу використовується вузел керування (ВК).

Алгоритми застосування приладу передбачають сеанси від десятка хвилин до декілька годин (4 – 8 год), та мають можливість змінюватись дистанційно. Прилад виробляє імпульси струму в декількох фіксованих діапазонах амплітуд та частот, що також можуть змінюватися дистанційно. Орієнтовні діапазони та загальні технічні характеристики приладу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Орієнтовні діапазони та загальні технічні характеристики приладу

№	Параметр	Значення	Прим.
1	Кількість програм	4	3-4 сеанси за добу з інтервалом 5-6 год.
			8 годин за добу
2	Струм нагрузки, мкА	5-10 2-5	імпульсний Sin
4	Робоча частота. Гц	15-30 70-80	2 режими
	Час автономної роботи, діб	30	Прилад знаходиться у пацієнта

До приладу приєднуються електроди, які розташовуються безпосередньо на щелепи пацієнта за допомогою фіксаторів та мають електричний контакт з травмованою ділянкою щелепи. Прилад може фіксуватися на пацієнті або його одязі, та не заважати його рухам та діям.

Висновки. Запропонований прилад дозволяє виконувати електрогальванотерапію на пошкоджені сегменти кісткової тканини обличчя пацієнта поза межами стаціонару безпосереньо в умовах його звичайного розташування, та має можливість покращити ефективність його лікування та реабілітації. При цьому він має можливість дістанційного управління та контролю у складі телемедичного лікувально-діагностичного комплексу.

Перелік посилань:

1. Артюшкевич А.С. Травмы и восстановительная хирургия челюстно-лицевой области: учебное пособие. Издательство "Вышэйшая школа" 2016. 255 с. ISBN 978-985-06-2646-2.

2. Дмитрієва Л. Е.. Антонова-Рафі. Ю. В. Реабілітація в щелепно-лицевій хірургії і стоматології після перелому нижньої щелепи. № 4 (2020): Україна. Здоров'я нації. DOI: https://doi.org/10.24144/2077-6594.4.0.2020.220393.

3. Kolisnyk K., Zamiatin P. (2018) Perfection of methods for constructing remote monitoring systems for patients in emergency situations. Proceedings of IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS-2018) Kharkiv, Ukraine. DOI: 10.1109/IEPS.2018.8559526.

4. Sokol E., Kolisnyk K., Boyko V. Zamiatin P. (2018) Actual problems of information technologies use in the telemedicine services provision in special conditions. Proceedings of IEEE International Scientific and Practical Conference: Problems of informations. Science and technology (PIC S&T-2018). Kharkiv, Ukraine. DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632164.

УДК 621.398

СУЧАСНІ ТЕЛЕМЕДИЧНІ МЕТОДИ В СЕРДЦЕВО-СУДИННІЙ ДІАГНОСТИЦІ

К. В. Колесник[1], Р. С. Томашевський[1], С. Н. Коваль[2], М. Ю. Пенькова[2]
[1]Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут»,
61002, Харків, вул. Кирпичова 2, каф. Промислової та біомедичної електроніки
[2]ДУ «Національний інститут терапії імені Л.Т. Малої» НАМН України"
61039 Україна, м. Харків. пр. Любові Малої, 2-а
E-mail: kolesniknet@ukr.net, sergekovalmd@gmail.com

Taking into account the high incidence of cardiovascular pathology, it becomes obvious the need to create remote systems for monitoring the state of the patient's cardiac activity. The authors carried out a comprehensive analysis of methods of remote diagnostics in order to optimize their use for monitoring the state of patients with CVD problems, which in turn allows optimizing the software and hardware structure and information load on the technical means of telemonitoring.

Актуальність дистанційного моніторингу серцево-судинних захворювань (ССЗ) в даний час обумовлена, перш за все, широкої поширеність їх серед населення, що визначено певними змінами соціально екологічного аспекту його життя, а також різкими кліматичними змінами на планеті. Крім того в умовах масових епідемій і пандемій, які також виникає потреба дистанціювання в процесі надання медичних послуг і сервісів.

Обстеження хворих з ССЗ традиційно ґрунтується на проведення діагностики під час візиту до лікаря або під час перебування в стаціонарі. Однак одноразове визначення діагностичних параметрів ССЗ дає інформацію лише на окремо взятий момент часу і не завжди відображає реальну клінічну картину. В теперішній час з'явилися нові методи функціональної діагностики, що дозволяють оцінити серцево-судинну систему в умовах, максимально наближених до природних - з використанням телемедичних технологій. Через важкодоступність забезпечення медичних послуг для цілого ряду населення, створення і впровадження принципів телемедицини є одним з пріоритетних напрямків сучасної медицини [1-4]. Реалізація такого спостереження в рамках телемедицини дозволить досягти значних успіхів в діагностиці і профілактиці багатьох захворювань, зробити крок в напрямку оптимізації медичної допомоги.

Дане дослідження спрямоване на комплексний аналіз методів дистанційної діагностики з метою оптимізації їх використання для моніронінга стану пацієнтів з проблемами ССЗ, що в свою чергу дозволяє оптимізувати програмно-технічна структури і інформаційну навантаження на технічні засоби телемоніторингу.

Особливості дистанційної діагностики ССЗ.

В даний час для діагностики ССЗ використовуються наступні методики [2 - 3].

- вимірювання артеріального тиску (АТ) пацієнтом або лікарем,
- добове моніторування АТ,
- навантажувальні проби з дослідженням АТ,
- електрокардіографія (ЕКГ)
- ехокардіографія (Ехо-КГ, УЗД серця).

Серед найбільш відомих методів дистанційної діагностики ССЗ найбільше застосування знаходять моніторування кардіограми (Теле-ЕКГ) і добове моніторування артеріального тиску (ДМАТ). Саме ці дослідження найбільш ефективно описують функціонування кровоносної та серцево-судинної системи пацієнта, контроль яких в режимі он-лайн дозволяє реалізувати досить конструктивний процес забезпечення лікувально-діагностичних телемедичних послуг.

Основною метою теле-ЕКГ є надання якісної медичної допомоги шляхом дистанційній інтерпретації ЕКГ, прийняття діагностичних та клінічних рішень за результатами інтерпретації, а також дистанційний супровід лікувально-діагностичного процесу. Дистанційні консультації теле-ЕКГ проводяться на всіх етапах надання медичної допомоги.

Іншим широко використовуваним методом дистанційної діагностики ССЗ є добове моніторування артеріального тиску (ДМАТ), що надає додаткову інформацію про рівень АТ поза лікарського кабінету.

При ДМАТ відбувається вимір артеріального тиску протягом доби через невеликі інтервали часу (15-30 хв.) Під час звичайної активності пацієнта удень та під час сну вночі, з подальшою обробкою отриманих даних на комп'ютері. ДМАТ дозволяє простежити за добовими коливаннями артеріального тиску, виявити гіпертонію, злоякісні форми артеріальної гіпертонії, що ведуть до виникнення інсультів та інфарктів. Дозволяє провести правильний погодинної підбір лікарських препаратів і стежити за адекватністю їх впливу. Іноді ДМАТ проводиться одночасно з холтерівського моніторування ЕКГ. Таке комбіноване дослідження значно розширює можливості діагностики серцево-судинних захворювань.

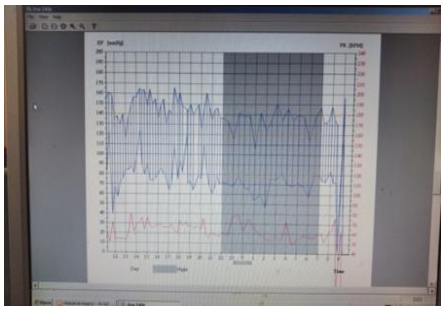
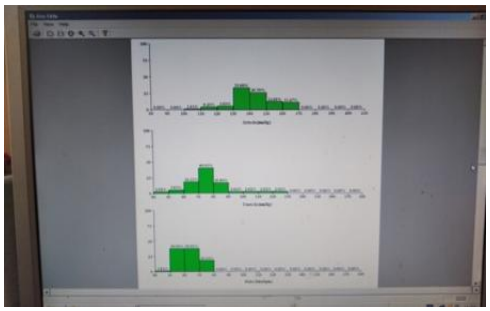
а)  б) 

Рис. 1. Приклад ДМАТ: а – з використанням АВРМ-04, б- середнесуточні САТ, ДАТ и ПАТ

На рис. 1-а наведено приклад добового профілю ДМАТ, отриманий авторами з використанням системи амбулаторного моніторування АТ АВРМ-04 "MEDITECH" (Угорщина). На рис. 1-б наведено приклад середньодобові САТ, ДАТ і ПАТ. Даний приклад показує розподіл даних показників в контрольованій групі пацієнтів.

Важливим елементом в дистанційній діагностиці ССЗ є лабораторні дослідження. Поява мобільного інтерфейсу моніторування здоров'я на основі інтеграції мініатюрних датчиків в мобільні засоби зв'язку - одна з активно розроблюваних сфер в телемедицині. Аналіз даних отриманих за допомогою вбудованих сенсорів в мобільні системи і програмні засоби зображень дає можливість оцінити фізіологічний стан багатьох життєво важливих функцій без безпосереднього контакту з пацієнтом.

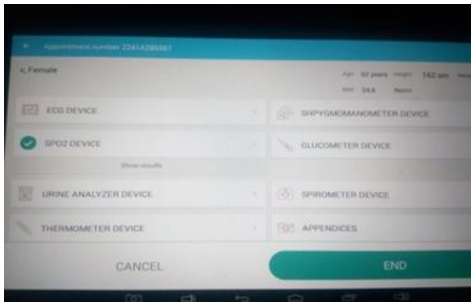
а) б) 

Рис. 2. Мобільний діагностичний комплекс IDIS: а – комплектність, б – загальний интерфейс.

Розроблені телемедичні пристрої дозволяють заносити в пам'ять пристрою не тільки ЧСС, ЕКГ і ДМАТ, а також рівень цукру, показники сечі, температуру та інші діагностичні параметри, а також відстежувати і аналізувати їх за допомогою спеціальних додатків. Прикладом такого лабораторного комплексу може являтся використання телемедичний мобільний діагностичний комплеск IDIS (Рис. 2), що дозволяє проводити весь необхідний спектр лабораторних досліджень: .

Поведені авторами дослідження [1 - 4] підтвердили, що комплексний моніторинг стану пацієнтів на основі використовуваних телемедичних засобів дозволяє отримувати всю необхідну для моніторування стану пацієнтів он-лайн інформацію. Оптимальна програмно-технічна структура і інформаційна навантаження на технічні засоби телемоніторингу визначаються в залежності від використовуваних медичних методик - розглянутих вище, і загального обсягу пацієнтів в одиницю часу. Облік цих показників дозволяє забезпечувати належний рівень медичних послуг пацієнтам з різною структурою і ступенем тяжкості захворювань.

Перелік посилань:

1. Владзимерский А.В. (2011) Телемедицина (монограф.) . Донецьк: ООО «Digital pr.», 477 Р. (російскою).

2. Kolisnyk K., Tomashevskyi R., Sokol T., Koval S., Deineko D. (2019) Creation of Regional Telemedicine Diagnostic and Treatment Complex, Proc. 2019 International Con-ference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, Moldova, Kishinev, pp. 651-655. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_115.

3. Колісник К. К., Шишкін М., Коваль С., Лушко К. (2018) Дослідження напрямків вдосконалення методів дистанційного моніторінгу пацієнтів з артеріальною гіпертезією. Матер. I International Scientific and Practical Conference “Information Systems and Technologies in Medicine” ISM-2018. Харків, Україна. - С. 160-161. (російською). http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/38916.

4. Koval S.M., Vysotska E.V., Strashnenko A.M., Snihurska I.O. (2018) Prognosis of essential hypertension progres-sion in patients with abdominal obesity. Proceeding of SPIE (USA), v. 4. - pp. 115-120.

5. IDIS: https://medstar.ua/ru/resheniya/idis/.

УДК 621.301

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА КИРЛИАН ДЛЯ ОЦЕНКИ ОТКЛИКА БИООБЪЕКТОВ ПОСЛЕ ИХ ОБРАБОТКИ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОЛЯРИЗОВАННЫМ ЭМП КВЧ ДИАПАЗОНА

Н. Г. Косулина, К. С. Коршунов
Харківський державний біотехнологічний університет
E-mail: tte_nniekt@ukr.net

Methods and methods of treatment of visual information of bioobjects are considered. On the basis of parameters which are used for the analysis of crown, a vehicle complex for estimation of response of biological object after their sowing treatment is developed programmatic

Введение. Основная задача программно-аппаратного комплекса на основе эффекта Кирлиан это определение оптимальных параметров низкоэнергетического поляризованного электромагнитного поля крайневысокочастотного (ЭМП КВЧ) диапазона (частота, мощность, поляризация, экспозиция) для предпосевной обработки семян зерновых культур на основе обработки полученных изображений.

В процессе газоразрядной визуализации за счет приложенного электромагнитного поля и возбуждения газового разряда осуществляется преобразование информации о параметрах исследуемого объекта в информацию о характеристиках газоразрядного изображения биообъекта.

Газовый разряд возникает в системе, состоящей из объекта исследования, носителя изображения и электродов, формирующих электромагнитное поле. Первичным процессом является взаимодействие ЭМП с биообъектом, в результате которого возникает эмиссия с поверхностностью

объекта заряженных частиц, участвующих в инициировании начальных фаз газового разряда при определенной напряженности ЭМП. Фотоны и заряженные частицы, возникающие в процессе разряда, формируют двумерную картину на носителе изображения. В тоже время за счет поверхностных и объемных свойств объекта происходит искажение ЭМП, т.е. возникает специфический для данного объекта пространственный рельеф ЭМП, что сказывается на параметрах газового разряда.

Основная часть. Как показывает анализ литературы о методах и способах обработки визуальной информации различных биологических объектов [1…3] к ним могут быть отнесены следующие параметры: параметры, характеризующие разрядные треки: длина, количество, степень разветвленности и т.п.; параметры, характеризующие форму разрядной фигуры: радиус, общая площадь, симметрия, фрактальная размерность и т.п.; ток разряда; интенсивность свечения разряда; спектральный состав излучения.

Для осуществления данной цели рассматриваются следующие параметры, которые используются для анализа короны:

1) Площадь изображения короны: $S = \sum_x \sum_y p_{ij}$, где $p_{ij} = 1$, если $b(ij) \le q$ и $p_{ij} = 0$, если $b(ij) = q$; $b(ij)$ – яркость двух смежных точек; q – пороговое значение фона; p – участок изображения.

2) Плотность изображения: отношение площади изображения свечения $A = |a(x, y)|$ к общей площади региона, включающего в себя изображение $B = |b(x, y)|$.

Плотность изображения D вычисляется, как $D = \dfrac{\sum_{i \subset A} p_i}{\sum_{i \subset A} S_i}$, где $p_i = 1$, если $a(x, y) \le L$, $p_i = 0$, если $a(x, y) = L$; L – пороговое значение фона; $S_i = 1$ для всех $i \subset A$.

3) Длина периметра изображения. Для вычисления этого параметра реализовано два подхода: площадь разностной фигуры, образуемой при сдвиге исходного изображения на один пиксель по всем координатам; длина огибающей развертки изображения.

$$PJ = \frac{\sum_{i=0}^{n} d[i]i}{\sum_{i=0}^{n} d[i]}$$

4) Яркость изображения короны: , где $d[i]$ – количество пикселей изображения, для которых $b(x, y) = i, i \in (0,250)$.

5) Ширина яркостного спектра изображения короны: $LJ = K - N$, где $K = \max\{b_i(x, y)\}$ для всех i, принадлежащих области изображения.

6) Коэффициент формы: $q = L^2/S$, где L – длина периметра изображения свечения, S – общая площадь изображения свечения.

Все вышеперечисленные алгоритмы реализованы в виде программных процедур и объединены в библиотеку операций обработки и анализа отклика биообъекта.

Аппаратная часть газоразрядной визуализации семян позволяет получать одиночные (покадровые) изображения или последовательности изображений (кадров) ГРВ-грамм в реальном масштабе времени и запоминать их в виде *BMP формата.*

Инструмент анализа ГРВ отклика биологического объекта состоит из следующих блоков: 1) инструмент для базы данных отклика (изображений) биологических объектов (база данных откликов биологических объектов; база данных биотропных параметров ЕМП при предпосевной обработке семян; база данных результатов анализа ГРВ-грамм биологических объектов). Данный инструмент многопараметричный, позволяющий сделать выбор по параметрам, которые используются для анализа в любой последовательности; 2) инструмент для анализа параметров, указанных выше с возможностью обработки их изображения в автоматическом и ручном режиме; 3) инструмент для

проведения анализа отклика в заданном диапазоне яркостного спектра, в заданном диапазоне яркостного канала R, G, B; 4) инструмент для очистки шума.

Для эксперимента в качестве биообъекта взята соя. В зерне сои содержится до 55% белка, до 20…27% жира, до 30% углеводов и 3…7% золы. Благодаря богатому и разнообразному химическому составу, соя широко используется в качестве продовольственной, кормовой и технической культуры.

Как показала обработка и анализ выше указанных параметров газоразрядной визуализации, все параметры, которые использовались для анализа прямопропорциональны интегральному току разряда свечения. Поэтому целесообразно вести дальнейший эксперимент в определение оптимальных биотропных параметров поля, на основании которых можно получить максимальный отклик от биологического объекта через интегральный ток разряда с применением корреляционного метода. Однако это не исключает возможности, что можно вести анализ изображения по вышеуказанным параметрам.

Выводы. Установлено, что для биостимуляции семян сои их предпосевную обработку следует проводить низкоэнеоргетическим поляризованным ЭМП КВЧ диапазона с параметрами: частота 42,2 ГГц; плотность потока мощности 15 мкВт/см^2; нестабильность частоты генератора 10^{-7}; экспозиция 10 мин; правая круговая поляризация.

Перелік посилань:

1. *Weiss S.M., Kulikowski C.A.* Computer systems that learn // Morgan Kaufmann. 1991. – 420 p.

2. *Wilson L. Brown M., Talhami H., Gill R., Sun C., Doust B.* Medical Image Understanding Using Anatomical Models: Application to Chest X-Rays //Information Processing in Medical Imaging (IPMI). Kluwer, 2010. – 560 p.

3. *Yaglom A.M., Yaglom I.M.* Probability and Information // FIZMATGIZ, Moscow 1990.

УДК 681.7.069

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-РАДІОМЕТРІЇ В МЕДИЦИНІ ТА БІОЛОГІЇ

С. М. Куліш, Ю. А. Волошин, М. В Жук

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

61070, м. Харків, вул. Чкалова 17

E-mail: y.voloshyn@khai.edu

Possibilities of using microwave radiometry for registration and measurement of electromagnetic fields of biological objects considered. Analyzed the basic principles of construction of radiometric systems and proposed a measuring radiometric device for the study of radio-thermal radiation of biological objects.

Електромагнітне НВЧ-випромінювання від різноманітних об'єктів останнім часом набуло широкого застосування в різних галузях народного господарства. Найбільш вагома частка всього різноманіття приладів для реєстрації НВЧ-випромінювання припадає на технічні галузі (наука, промисловість, зв'язок). Дещо менша частка цієї апаратури використовується в медицині. Дослідження, проведені останнім часом доводять, що власне НВЧ випромінювання від різних об'єктів часто несе в собі важливу інформацію. Ці дані дозволяють визначити температуру, фізичні властивості, характер динаміки внутрішніх процесів в досліджуємому об'єкті. Для реєстрації надмалих рівнів НВЧ-випромінювань були розроблені спеціальні високочутливі радіометричні системи (РС). Чутливість цих систем досягає $10^{-15}...10^{-16}$ Вт. Вимірювання надмалих рівнів НВЧ сигналів в медицині є особливо перспективними, оскільки дають можливість вимірювання інтенсивності випромінювань в локальних зонах використання цих даних для діагностики. При порівнянні кількох результатів таких вимірювань можна, наприклад, отримувати інформацію про однорідність протікання процесів із поверхні, обмеженої цими зонами. З цього випливає, що основною проблемою є підвищення чутливості апаратури вимірювання, оскільки більш детальну інформацію можна отримувати із зон невеликого розміру, сигнали від яких мізерні.

Зазвичай процес вимірювання температурних аномалій біооб'єктів (БО) проводиться в контакті з джерелом випромінювання, а приймальні антени розміщуються безпосередньо на об'єкті дослідження і узгоджуються з його поверхнею.

Використання РС у контакті з об'єктом вимірювання дозволяє розглядати цей випадок, як широковідомий перехід електромагнітного поля із одного середовища в інше з різною або близькою діелектричною проникливістю, що потребує відповідного узгодження.

Розробка радіометричної апаратури для біомедичних досліджень повязана з вирішенням таких питань, як забезбечення високої чутливості пристроїв, узгодження приймальної антени з БО, забезпечення необхідної глибини прокнення та виміру абсолютних значень температур з похибкою не нижче $\pm 0{,}1$ ℃ .

Глибина сканування джерел температурних неоднорідностей визначається робочою частотою радіометра і для внутрішніх органів людини знаходиться в межах діапазону ультрависоких (0,3-3 ГГц) та надвисоких (3-30 ГГц) частот. Аналіз фізіологічного стану людини здійснюється в діапазоні надзвичайно високих частот (НЗВЧ).

За даними [1] проникливість радіохвиль у м'які тканини біооб'єктів на частотах УВЧ та НВЧ діапазонів (0,3-3ГГц) знаходиться у межах 38,9-16,1 мм. Таким чином, проникливість збільшується із зменшенням робочої частоти радіометра при одночасному збільшенні розмірів приймальної антени та зменшенні роздільної здатності вимірювачів.

Більшість радіометрів працюють в діапазоні 1-3 ГГц, де проникливість у м'які тканини обмежується глибиною 30-16 мм. Збільшення ж або зменшення частоти призводить до зменшення проникливості або роздільної здатності.

Забезпечення узгодження антени з біооб'єктом досягається за рахунок вибору конструкції та матеріалу антени. Антени смужкового типу з діелектричною проникливістю наближеною до діелектричної проникливості шкіри людини дозволяють виконувати контактні вимірювання температури з достатньо високою точністю та роздільною здатністю на частотах більше 400-500 МГц . На частоті 1 ГГц використовують антени (аплікатори) контактного типу - двопетльові та три петльові на діелектричних підкладинках із НВЧ-діелектриків (кераміки, синтетичних композитів, тефлону) по діелектричній проникливості наближених до проникливості тіла (шкіри) людини. В діапазоні НЗВЧ - антени рупорного типу та мікросмужкові [2].

Перспективним представляється використання на НВЧ-частотах діелектричної лінзової антени контактного типу, фокус якої відповідає досліджуваній ділянці в глибині тіла людини [2]. На частоті f = 1, 6 ГГц, ширина дифракційної плями складала 14 мм, а глибина проникливості 60 мм. Як діелектрик було обрано воду, яка за діелектричною проникливістю близька до проникливості внутрішніх органів людини.

Важливою характеристикою радіометрів подібного типу є флуктуаційна чутливість до температури об'єкта або інтенсивності його випромінювання, оскільки за температури 37°С (310 К) навіть абсолютно чорне тіло формує слабкий сигнал, спектральна щільність якого складає тільки 1,07-10-19 Вт/Гц см². В той же час рівень випромінювання шкіри людини, враховуючи коефіцієнт сірості (коефіцієнт випромінювальної здатності), значно менший і знаходиться в межах $1 \cdot 10^{-21}$ ...$1 \cdot 10^{-22}$ Вт/Гц см² [3, 4].

Один із варіантів такого використання високочутливого НВЧ-радіометра, наведений в [5] та базується на вимірюванні відгуку в дециметровому діапазоні відповідної зони (органу) людського тіла (наприклад, щитовидної залози) на опромінюючий сигнал ММ-діапазону.

Метод НВЧ спектроскопії дозволяє фіксувати відхилення спектральної характеристики досліджуваного органу і в процесі лікування контролювати відновлення функції органу за інтенсивністю та формою відгуку, що реєструється НВЧ-радіометром при опроміненні біооб'єкта низькоінтенсивним (< 10 мВт/см²) сигналом ММ-діапазону на частотах 50-53 ГГц. За еталонну характеристику приймався резонансний відгук води [5].

Розробка НВЧ-радіометрів на частотах 0,3-30 ГГц значно спрощується з погляду на широкий вибір елементної бази, на явності стандартних НВЧ вузлів, тощо. На наш погляд, є необхідним вдосконалення, підвищення чутливості та розробка нових перспективних модифікацій структурної побудови високочутливих радіометрів НВЧ-діапазону та проведення оцінки їх основних можливостей.

Метою запропонованої роботи є розгляд одного із варіантів побудови високочутливої радіометричної апаратури НВЧ-діапазону, яку можна використовувати у фізиці, біології та медицині для дослідження фізичних тіл та біологічних об'єктів.

Для вимірювання радіояркісної температури біологічно активних точок або виділеної області об'єкту запропоновано засіб, за допомогою якого можливо виміряти енергію сигналу, який проходить з приймальної антени.

Відмінною особливістю запропонованого засобу є використання генератора додаткового шуму, який дозволяє врахувати температуру оточуючого середовища та уникнути його вплив при дослідженні.

Радіометр має три незалежних приймача. Антена суміщена для всіх приймачів. Між антеною та ними включено модулятор за принципом відбиття сигналу. Модулятор періодично пропускає сигнал з антени та в вимкнутому стані - опорні сигнали. Датчик вимірювання температури вимірює температуру оточуючого середовища і в залежності від його значення антенно-цифровий перетворювач за допомогою схеми управління генератора шуму вводить додатковий рівень шуму. Малошумний підсилювач, детектор і диференціальний підсилювач низької частоти створюють вимірювальний тракт. Узгодженне навантаження являється джерелом опорного сигналу. На рис. 1 представлена структурна схема радіометричного комплексу.

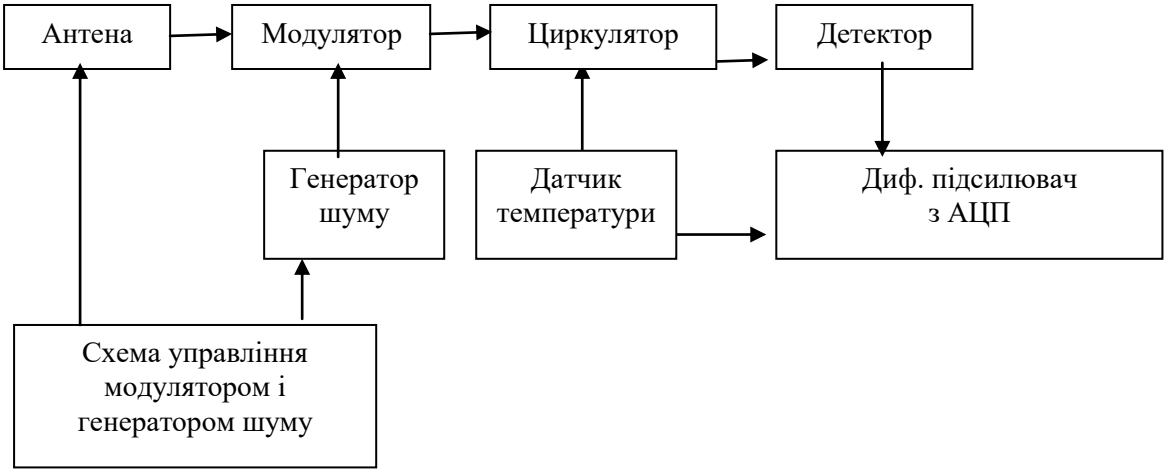


Рис. 1. Структурна схема радіометричного комплексу

Розроблений радіометричний пристрій має оригінальне програмне забезпечення для обробки та візуалізації сигналів, а також калібровки засобу.

Перелік посилань:

1. Троицкий В С, Густов А В, Белов И Ф, Плечков В М, Горбачев В П, Сизьмина Л К О возможности использования собственного теплового СВЧ радиоизлучения тела человека для измерения температуры его внутренних органов: результаты и перспективы //УФН 134 155–158 (1981).

2. Хитров Е.А., Шестаперов В.А. СВЧ в медицине // Электроника СВЧ. Вып. 16. М.:ЦНИИ Электроника, 1983. - С.78.

3. Ситько, С.П. Аппаратное обеспечение современных технологий квантовой медицины/ С.П. Ситько, Ю.А. Скрипник, А.Ф. Яненко/ – "Федос Лтд." – К., 1999. – 199 с.

4. Скрипник Ю.О., Манойлов В.П., Яненко О.П. Модуляційні радіометричні пристрої та системи НВЧ-діапазону: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ. – 2001. – 374 с.

5. Петросян В. Н., Синицин Н. И., Елкин В. А. и др. Роль резонансных молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем // Биомедицинская радиоэлектроника. No 5-6, М.: 2001. – С. 62-129.

УДК 577.169; 616.1

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ ПРИЛАДУ ДЛЯ БІОДРУКУ ШКІРИ

В. Р. Кулявець, О. Я. Беспалова
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: vika.kulyavets@gmail.com,, E.bespalova25.05@gmail.com,

The skin plays an important role in protecting the human body, and wound healing must be set in motion immediately following injury or trauma to restore the normal structure and function of skin. While there are challenges regarding currently available skin bioprinting, addressing these issues will facilitate the rapid advancement of 3D skin bioprinting and its ability to mimic the native anatomy and physiology of skin and surrounding tissues in the future.

Актуальність. Одна з головних проблем, яка може бути вирішена за допомогою 3Д-біопрінтингу – це трансплантація шкіри при опіках чи глибоких ранах. Проте його застосування дуже обмежене, оскільки більшість сучасних 3Д-біопринтерів громіздкі, дорогі і працюють занадто повільно. Тому було вирішено вдосконалити такі принтери до портативних розмірів, на основі методу екструзійного друку, за допомогою яких можна було б створювати пласти штучної шкіри відразу на поверхнях ран, без попередніх підготувань.

Мета. Спроектувати робочу частину приладу для біодруку шкіри.

Основні результати. В середовищі SolidWorks було спроектовано модель корпусу біопринтеру. Масштаб моделі 1:0.83, тобто реальні розміри приладу складають 100x208x38 мм. Вони були підібрані таким чином, щоб вмістити в себе всі елементи для функціонування приладу, а також так щоб прилад був портативним.

Руків'я приладу має натуральні розміри 110x78 мм, що є зручним для того, щоб взяти в долоню мінімального розміру 160x75 мм. Відсік для акумуляторів знаходиться в ручці приладу.

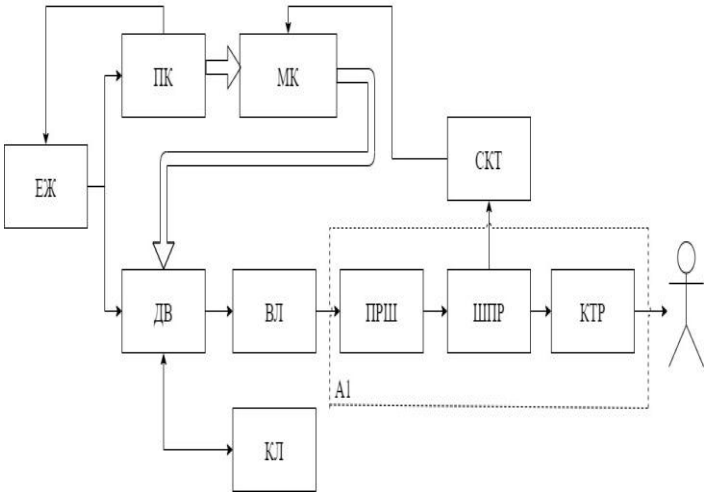


Рис. 1. Структурна схема біопринтеру: А1 – система подачі; ЕЖ – елемент живлення; ПК – панель керування; МК – мікроконтролер; ДВ – двигун; ВЛ – вал; КЛ – коліщатка; ПРШ – поршень; ШПР – шприц; КТР – картридж; СКТ – система контролю температури.

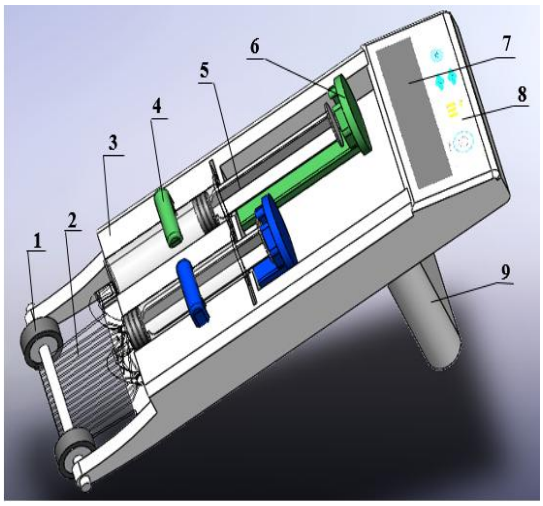


Рис. 2. Спроектована модель біопринтеру в SolidWorks: 1 – коліщатка, 2 – картридж, 3 – корпус, 4 – тримач, 5 – шприц, 6 – штуцер, 7 – екран, 8 – панель керування, 9 – ручка.

Висновки. Проведене проектування та моделювання дозволяють розробити експериментальну модель 3Д-біопринтеру.

На основі проведених робіт з'являється можливість створення механічного простою, надійної конструкції портативних розмірів, яка б формувала і розміщувала роздрукований зразок тканини безпосередньо на місці опіку всього за пару хвилин.

УДК 57.087

РЕГУЛЮВАННЯ БАЛАНСУ ТА КАЛІБРУВАННЯ КРІОЕЛЕКТРОННИХ ЗОНДІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНОГО РЕЄСТРАТОРА МКГ

Є. В. Мельник
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України,
відділ пристроїв, систем та технологій безконтактної діагностики
e-mail: evgm1991@gmail.com

Before testing and clinical application, for proper operation the measuring 4-channel MCG system must pass procedures for adjusting the balance and calibration of four channels.

Вступ. Вимірювальна Магніто-Кардіо-Графічна (МКГ) система має медичне призначення і слугує для точної діагностики та моніторингу захворювань серця. Система має чотири канали, тобто встановлених чотири кріоелектронних зонди, в кожному з яких знаходиться надчутливий SQUID-датчик, який під'єднаний до надпровідної антени (градіометр аксіальний). Для коректної роботи вимірювальна 4-х канальна МКГ система має пройти процедури регулювання балансу та калібрування усіх каналів.

Модернізація та регулювання балансу надпровідних антен реєстратора МКГ. В межах робіт по вдосконаленню чотириканальної МКГ системи на основі результатів попереднього балансування надпровідних антен була проведена корекція розмірів тримерних елементів балансування антен по X та Y складовим магнітного поля. Відповідні тримерні елементи були зменшені в розмірах, що дало змогу змінити криву регулювання балансу антени на більш пологу (Рис.1).

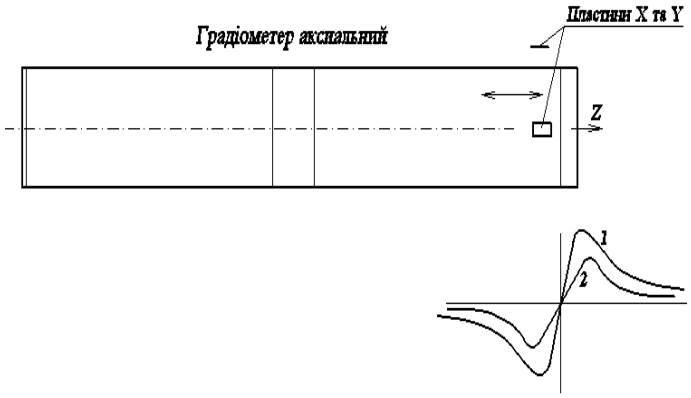


Рис. 1. Залежність впливу на баланс градіометра тривимірних надпровідних X та Y пластин

Тримерні надпровідні X та Y пластини за допомогою яких змінюється ефективна площа одного з витків градіометра, мають незалежний привід для пересування їх уздовж осі Z. Чим більша площа тримерної пластини, тим більший її вплив на ефективну площину витка градіометра. На Рис.1 криві 1 і 2 відповідають відповідно більшій та меншій площинам тримерних елементів. Тому під час попереднього етапу балансування надпровідних антен, були зафіксовані X та Y пластини, де тестовий сигнал змінювався дуже сильно в залежності від їх переміщення. Далі площа таких пластин була зменшена приблизно на 25%, що призвело до зменшення нахилу кривої в зоні регулювання ефективної площі витка. Саме це дало змогу зробити більш точним балансування надпровідної антени та зменшило вплив мікроскопічних переміщень пластини відносно антени, пов'язаних з перепадом температури при зміні рівня рідкого гелію та циклах вимірювальної системи.

Калібрування каналів реєстратора МКГ сигналів. Реєстратор МКГ сигналів має пройти процедуру калібрування каналів. Для цього використовується котушка з одного витка мідного дроту, що закріплена на певній відстані від нижніх витків надпровідних антен каналів реєстратора. В котушку подається сигнал прямокутної форми з такою амплітудою струму, щоб в площині вимірювальних витків антен створити поле и індукцією 100 pT. Програма обробки МКГ даних має приховану опцію «Калібрування» після активації якої починається запис сигналу калібрувальної котушки. Сигнал від котушки записується одночасно в кожному каналі МКГ реєстратора (Рис.2).

Зважаючи на те, що канали МКГ реєстратора мають різні коефіцієнти передачі, що пов'язано з розбіжностями характеристик СКВІД сенсорів та інтеграторів, з метою вирівнювання відгуків вимірювальних каналів, програма калібровки вираховує коефіцієнти та запам'ятовує їх в програмі обробки даних.

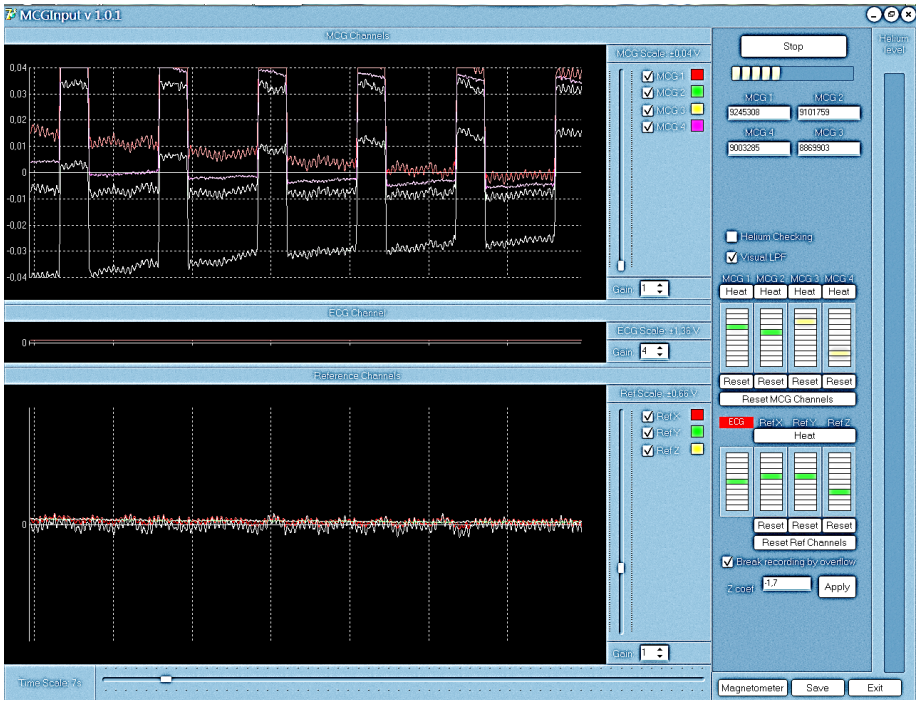


Рис. 2. Запис в реальному часі калібрувальних імпульсів амплітудою 100 пТ

Висновки та подяки. В підсумку ми одержали робочий МКГ реєстратор готовий для подальшого тестування та клінічного випробування. Робота виконана за проєктом № ВК 220.35.21 «Розробка, дослідна експлуатація та впровадження у виробництво біомедичних інформаційно-діагностичних систем та інтелектуальних сенсорних приладів» (керівник – д.т.н. Будник М.М.) в рамках цільової програми наукових досліджень НАН України «Розумні» сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» на 2018-2022 роки.

Перелік посилань:

1. Войтович І.Д., Корсунський В.М. Інтелектуальні сенсори. К.: Ін-т кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, 2007. 513с.

2. Мінов Ю.Д., Будник М.М., Ляхно В.Є., Ківіренко О.Б., Шопен О.Б. Розробка вдосконалених надпровідникових градієнтометрів. Біологічна і медична інформатика та кібернетика, 2014. 155с.

УДК 66.087.3

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СТЕНДУ АНОДНОГО ОКИСЛЕННЯ ДЛЯ СЕНСОРНИХ ЗАСТОСУВАНЬ

М. І. Мудренко

Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова Національної академії наук України,
відділ пристроїв, систем та технологій безконтактної діагностики,
проспект Академіка Глушкова 40, Київ, 03187
E-mail: mudrenko.m.i@gmail.com

This work is devoted to the improvement and testing of the electrochemical stand of anodic oxidation, which is used in the formation of sensor coatings. These coatings can be used to create sensors for medical research, environmental monitoring, study of biomolecular interactions

Вступ та постановка задачі. Розробка біосенсорів в даний час є важливою областю досліджень для медицини, моніторингу навколишнього середовища, вивчення біомолекулярних взаємодій.

Одним із шляхів збільшення чутливості сенсорів є застосування нанопористих матеріалів для сенсорних покриттів. Нові можливості для цього, в зв'язку з їх унікальними фізичними і хімічними характеристиками, відкривають нанопористі плівки, в тому числі пористі анодні оксиди, що формуються шляхом електрохімічного окислення ряду металів.[1]

Технологічний процес електрохімічного окислення, є одним із основних процесів при формуванні покриттів для сенсорних застосувань, тому для забезпечення потрібних параметрів проведення процесу була поставлена задача по вдосконаленню електрохімічного стенду анодного окислення.

Виклад основного матеріалу. Попереднє тестування електрохімічного стенду анодного окислення виявило досить значний рівень шумів в вимірювальних каналах. Особливо великий рівень шуму спостерігається в каналі запису похідної по часу від напруги на комірці анодування. Так як саме часова похідна напруги є найбільш інформативним параметром процесу анодування, то прилад в такому виконанні є неприйнятним для практичного застосування.

Для розв’язання даної проблеми була досліджена спроба замінити процедуру програмного диференціювання аналоговим пристроєм отримування похідної по часу від напруги на комірці анодування.

На основі проведеного теоретичного аналізу було виготовлено пристрій аналогового диференціювання напруги на комірці анодування по часу, принципова схема якого зображена на Рис. 1.

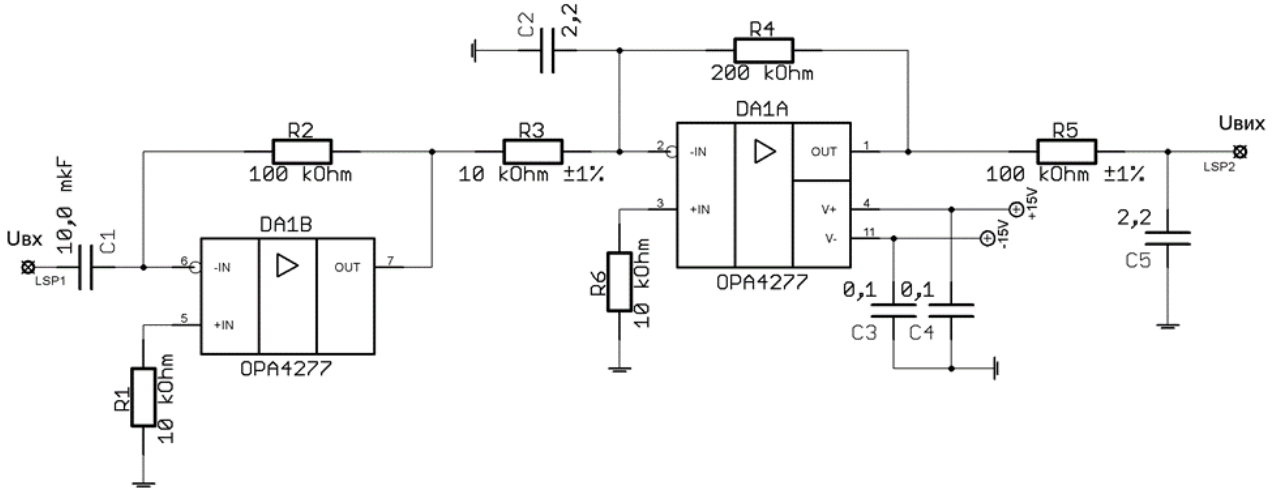


Рис. 1. Принципова схема пристрою аналогового диференціювання

Одночасно з дослідженням процедури диференціювання електрохімічного стенду анодного окислення були зосереджені зусилля на аналізі шумів вимірювання напруги на комірці анодування.

Для з’ясування природи цих шумів було підготовлено модельний експеримент. На вхід АЦП каналу реєстрації напруги подавався лінійно зростаючий сигнал від зовнішнього генератора низької частоти.

Детальний аналіз отриманих даних вказав на ймовірне пояснення природи цих шумів. Розрядність АЦП електрохімічного стенду анодного окислення складає 16 біт, тобто 2 байти.

Наступним кроком був аналіз фрагменту програми мікроконтролера електрохімічного стенду анодного окислення, який відповідає за зчитування АЦП, та подальше його корегування.

Результати. Після корегування програми мікроконтролера значно підвищилась якість зчитування напруги електрохімічним стендом анодного окислення, а шуми каналу АЦП для зчитування напруги становлять порядку 20 мВ.

Отримавши такий результат в боротьбі з шумами, було прийняте рішення повернутися до алгоритму програмного диференціювання зміни напруги на комірці анодування. При цьому аналогове диференціювання залишилось як додаткова опція.

На Рис. 2. представлено запис процесу анодного окислення дослідного зразка (Nb/AlO_x-Al/Nb).

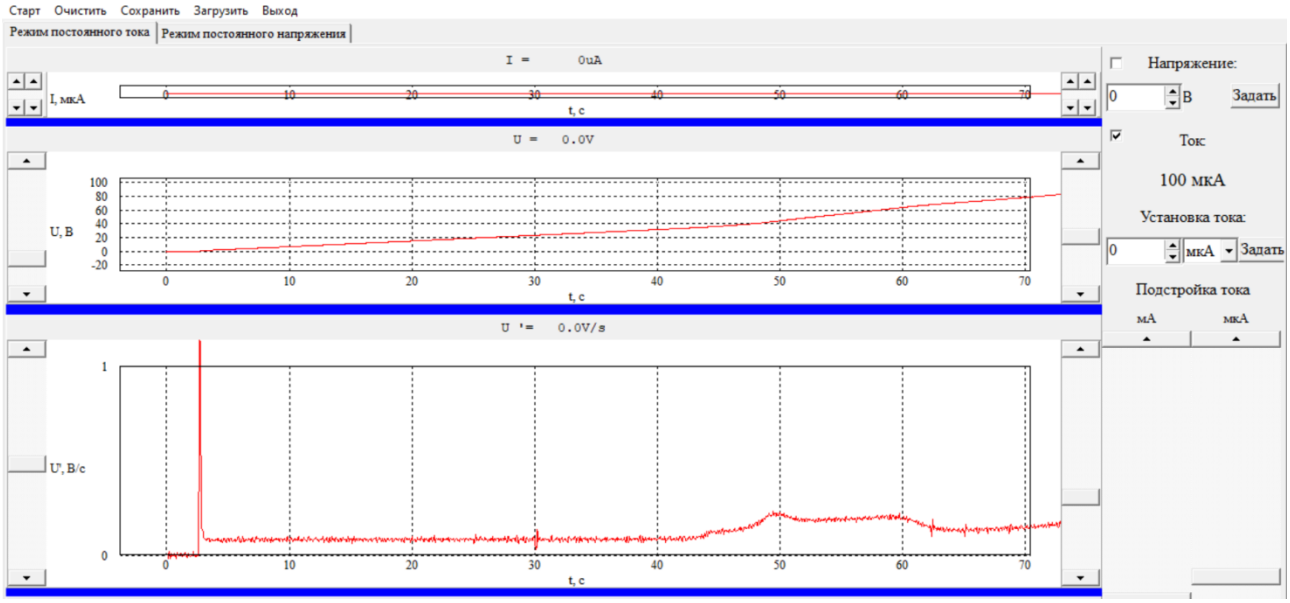


Рис. 2. Процес анодного окислення дослідного зразка (Nb/AlO_x-Al/Nb)

Висновки та подяки. Як видно з порівняння записів напруги і її похідної, остання є набагато інформативнішою для контролю електрохімічних процесів в досліджуваних зразках. Наведених приклад підтверджує придатність модифікованого електрохімічного стенду анодного окислення для практичного використання.

Робота виконана за проєктом № ВК 220.35.21 «Розробка, дослідна експлуатація та впровадження у виробництво біомедичних інформаційно-діагностичних систем та інтелектуальних сенсорних приладів» (керівник – д.т.н. Будник М.М.) в рамках цільової програми наукових досліджень НАН України «Розумні» сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» на 2018-2022 роки.

Перелік посилань.

1. Войтович И. Д., Лебедева Т. С., Шпилевой П. Б., Беднов Н. В. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології : збірн. наук. праць Київ : ІМФ, т. 12, № 1, 169-180 с.

УДК 004.621

ОЦІНКА ЯКОСТІ КОМПОНОВКИ ТА ТРАСУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ МЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ

В. М. Олійник, А. Є. Піль
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"
E-mail: a.y.pil@student.khai.edu,тел. (096) 003-34-64

This work is devoted to modern developments in the field of improving the quality of PCB design. The technology of minimizing the modern element base is gradually approaching the boundaries of the technological capabilities of the technical process. Therefore, further optimization, reducing the influence of parasitic parameters of RLC components and the printed circuit board, is possible by improving the quality of the layout and routing at the design stage. In this article, we propose a methodology for assessing the quality of a PCB layout and layout.

Вступ.Сучасна елементна база спрямована на досягнення максимально можливої мініатюризації при збереженні початкових параметрів та збільшенні напрацювання до відмови. Значний вклад в реалізацію таких вимог привносить технологія поверхневого монтажу, що дозволяє збільшити щільність компонування і трасування за рахунок зменшення розмірів самої елементної бази та зменшення кроку виводів мікросхем без втрат електричних характеристик виробів. Оскільки довжина виводів мінімізується, а компонування виконується достатньо щільно – це покращує якість передачі слабких та високочастотних сигналів за рахунок зменшення впливу паразитних параметрів струмопровідного шару друкованої платиісамих поверхневих компонентів.

На сьогоднішній день сучасна технологія наближається до технологічних границь подальшої мініатюризації та покращення компонентів поверхневого монтажу, тому якість процесу компонування та трасування все частіше займає більш пріоритетну позицію при мінімізації паразитних параметрів проектованого пристрою для подальшого покращення характеристик радіотехнічного або ж біомедичного електронного пристрою. Тому в роботі пропонується засіб оцінки якості процесу компонування та трасування друкованих плат медичної техніки, що дозволяє обрати раціональний та ефективний варіант пристрою на етапі його проектування в САПР.

Основна частина. Ідея використання даної оцінки якості етапів створення друкованої плати, полягає в проведені попереднього математичного розрахунку інтегрального критерія оптимальності.Такий підхід дозволяє враховувати вплив паразитних параметрів, що можуть значно впливати на характеристики сигналу, що передається або ж певним чином оброблюється.Також спрощується процес вибору варіанту компонування та трасування струмопровідного рисунку майбутнього виробу, що має підтвердження математичними розрахунками.

Розглянемо приклад процедури оцінки якості. Для прикладу розглянемо схему підсилювача сигналів схема якого показана на рис.1. Такі підсилювачі можуть застосовуватись при фіксуванні інформаційних сигналів у різних приладах, наприклад, з датчиків електрокардіографів, електроенцефалографів та інших біомедичних електронних засобів.

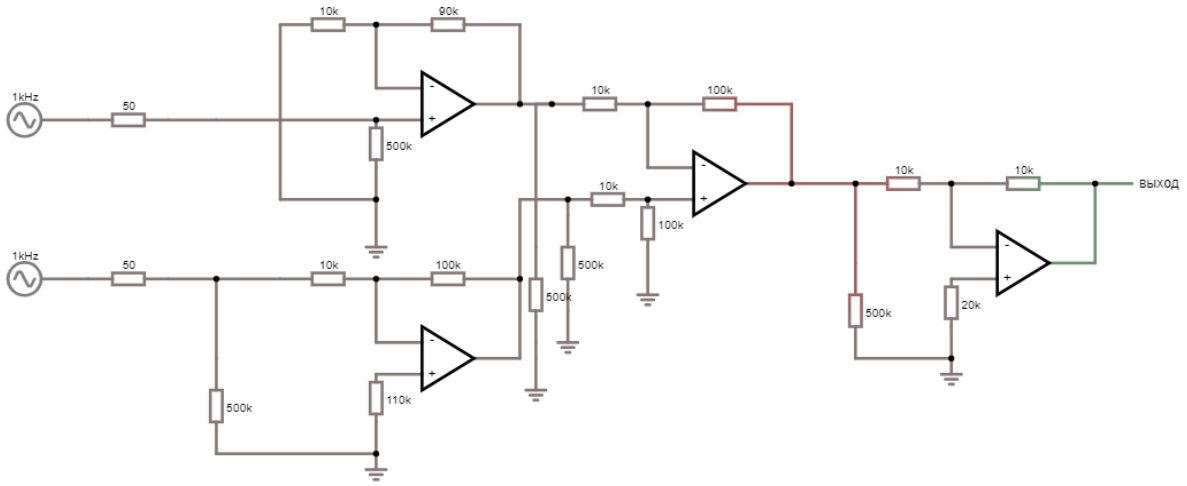


Рис. 1. Схема тестового підсилювача сигналів

Пропонуються три варіанти компонувальних рішень прототипів підсилювача, які наведені на рис.2.

Проведемо попередню математичну оцінку якості прототипів за формулою:

$$F = q \times S, \tag{1}$$

де F – інтегральний критерій якості;

q – коефіцієнт оцінювання компонувального рішення;

S – коефіцієнт оцінки якості трасування струмопровідного рисунку друкованої плати.

Коефіцієнт оцінки компонування елементів на поверхні друкованої плати, q, що враховує раціональність розподілу найбільш пов’язаних між собою елементів на поверхні друкованоїплати, може бути описаний як[1]:

$$q = \frac{\sum_{i=1}^{N}(\acute{U}_\iota \times \acute{R}_\iota)}{\sum_{i=1}^{N}(U_i \times R_i)}, \quad (2)$$

деU_i – кількісна характеристика числа виводів елементів у вузліN до виконання перестановок;

$\acute{U}_\iota$– кількісна характеристика числа виводів елементів у вузлі N після виконання перестановок;

R_i – кількість пересічень ліній зв'язку між вузлами до перестановки;

$\acute{R}_\iota$ – кількість пересічень ліній зв'язку між вузлами після перестановки.

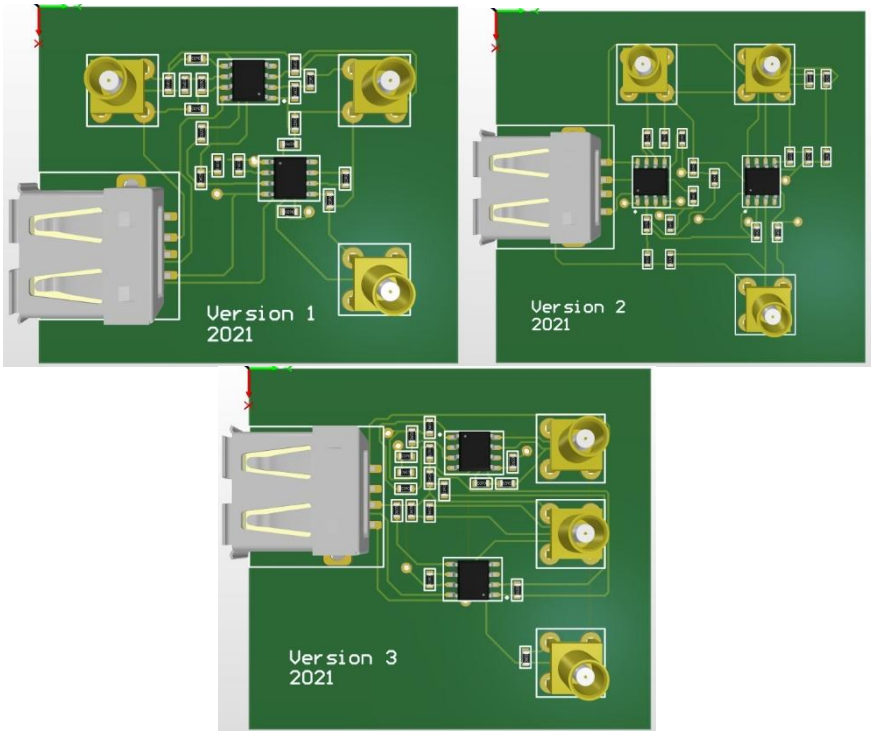


Рис. 2. Компонувальні рішення прототипу підсилювача.

Коефіцієнт оцінки трасування струмопровідного рисунку S,що враховує паразитні L, C параметри, які значно впливають на якість передачі інформаційного сигналу та його цілісність:

$$S = \frac{(Ind_{conductor} + Ind_{via}) \times (Cap_{conductor} + Cap_{via})}{(Ind_{conductor} + Ind_{via}) + (Cap_{conductor} + Cap_{via})}, \quad (3)$$

де $Ind_{conductor}$ – сумарна індуктивність провідників X_i;

Ind_{via} – сумарна індуктивність перехідних отворів$\acute{X}_\text{i}$;

$Cap_{conductor}$ – сумарна розрахункова паразитна ємність струмопровідного рисунку друкованої плати;

Cap_{via} – сумарна розрахункова паразитна ємність перехідних отворів.

Параметри розрахунків індуктивностей [2] та ємностей [3], що входять до формули 3 наведені нижче:

$$Ind_{conductor} = \sum_{\text{i}=1}^{n} X_\text{i},$$
$$X_\text{i} = 2\pi f \times \left[0{,}0002 \times V_{long} \times \left(\ln\left(\frac{2 \times V_{long}}{W+H}\right) + 0{,}2235 \times \left(\frac{W+H}{V_{long}}\right) + 0{,}5\right)\right], \quad (4)$$

деV_{long} – довжина і-того провідника;

W – ширина провідника струмопровідного рисунку друкованої плати;

H – загальна товщина мідного провідника з врахуванням гальванічного покриття;

n – кількість різних провідників;

$$Ind_{via} = \sum_{i=1}^{m} \acute{X}_i,$$
$$\acute{X}_i = \left(2\pi f \times 2T \times \left[\ln\left(\frac{4T}{d}\right) + 1\right] \times m\right), \quad (5)$$

де T – глибина і-того перехідного отвору;

d – внутрішній діаметр металізованого перехідного отвору;

m – кількість перехідних отворів;

$$Cap_{conductor} = \frac{\varepsilon \times W \times \sum V_{long}}{4\pi \times T}. \quad (6)$$

де ε– діелектрична проникність склотекстоліту,наприклад, маркиFR4;

T – товщина склотекстоліту, приймається рівною глибині і-того перехідного отвору;

$$Cap_{via} = \frac{0{,}55 \times \varepsilon \times T \times d}{D - d} \times k, \quad (7)$$

де D – зовнішній діаметр металізації перехідного отвору;

k – кількість перехідних отворів.

Після підстановки даних, та проведення математичних розрахунків за даними формулами отримаємо порівняльну таблицю, що характеризує якість застосованих компонувальних та трасувальних рішень підчас проектування прототипів з метою мінімізації впливу паразитних параметрів.

Таблиця 1 – Результати оцінки якості проектування прототипів підсилювача сигналів

	Прототип - №1.	Прототип - №2.	Прототип - №3.
Сумарна індуктивність, мкГн	15, 871	31, 143	23,671
Сумарна паразитна розрахункова ємність, пФ	58,085	79,683	77,45
Коефіцієнт якості компонування	0,444	0,833	1,194
Коефіцієнт якості трасування	12,465	22,392	18,13
Інтегральний критерій якості, F	5,54	18,66	21,655

Висновки. У даній роботі було запропоновано засіб проведення оцінки рівня якості прототипу друкованої плати медичного призначення під час виконання етапу його проектування, основану на створенні математичного інтегрального критерію якості. Обрана система оцінки дозволяє провести обґрунтовану характеристику раціонального вибору варіанту прототипу при розробці біомедичних засобів або ж іншої радіоелектронної апаратури. Проведені розрахунки показали, що із запропонованих зразків найменший вплив паразитних параметрів компонентів та друкованої плати має прототип № 1. Прототип №3 можемо вважати самим недосконалим, хоча якість виконання його трасування краща за варіант трасування прототипу №2, проте компонування зразку №2 виконано з максимальною кількістю міжвузлових пересічень ліній зв’язку між компонентами, що в свою чергу призводить до ускладнень виконання якісного струмопровідного рисунку сигнальних провідників на двохдоступних шарах друкованої плати.

Перелік посилань:

1.ЗыковА.Г., Поляков В.И.Алгоритмы конструкторского проектирования ЭВМ: учебное пособие.– СПб: Университет ИТМО, 2014. – 136 с.

2.ManciniRonald.OpAmpsfor everyone // Texas Instruments: Design Reference. – 2002. – SLOD006B. – 464с. [Електронний ресурс]. – URL: https://www.mikrocontroller.net/attachment/51476/slod006b.pdf (20.09.2021).

3. ДідухЛ.Д. Електрика та магнетизм: підручник.–Тернопіль: Підручники і посібники,2020.– 464с.

УДК 615.47

МОДЕЛЬ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ

С. В. Попов, О. В. Лебедєв
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: meastroj@ukr.net, biowelding@gmail.com

The given work is devoted to development of a model of lung welding tool. There were created models for lung welding tool, lung parenchyma and bronchi. Research on contraction of tissues under static load was conducted. Parameters for: force on a tool, pressure on tissues, contraction of tissues, factor of safety of a tool were obtained and analyzed.

Структура легень неоднорідна, окрім паренхіми, бронхів, альвеол, трахеї, кровоносних судин легені, під час зварювання, легені заповнені повітрям, що привносить складнощі в процес зварювання. Це вимагає від інструменту підвищених параметрів надійності та міцності. Та на сьогоднішній день не існує інструменту для зварювання легень, який зміг би гарантовано впоратись з особливо твердими її частинами, такими як бронхи, замість цього використовують загальні інструменти для зварювання м'яких тканин. Метою є модель та дослідження на статичне навантаження інструменту для зварювання легень. Задачами є: оглянути інструменти для зварювання легень та результати проведених операцій по зварюванню легень та інших живих тканин; обрати середовище моделювання інструменту для зварювання легень та визначити умови проведення даної процедури; створити модель інструменту для зварювання легень та провести дослідження інструменту на статичне навантаження на стиск; проаналізувати отримані результати.

Моделювання інструменту відбувалось на основі біполярного затискача для проведення трансмуральної абляції провідних шляхів серця та електрохірургічного біполярного пінцету. Готова модель зображена на рисунку 1.

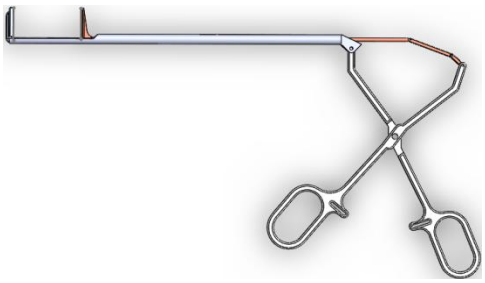


Рис. 1. Вид готового інструменту

Було створено в системі автоматизованого проектування SOLIDWORKS модель інструменту, моделі паренхіми легені та бронхів. У пакеті SOLIDWORKS Simulation було першочергово проведено дослідження на статичне навантаження інструменту на паренхіму легень та на бронх 2-го порядку.

Після виконання дослідження на статичне навантаження був отриманий та проаналізований масив значень. Після аналізу було знайдено оптимальні значення тиску на ручку інструменту, тиску інструменту на паренхіму легені та на бронх, переміщення паренхіми і бронху під дією стискання інструменту та коефіцієнт запасу міцності інструменту під час стискання тканин. Отримані значення приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати дослідження стискання тканин інструментом

Тканина	Сила тиску на ручку інструменту, Н	Оптимальний тиск на тканину, $x10^6 \frac{Н}{м^2}$	Оптимальне переміщення тканини	Мінімальний коефіцієнт запасу міцності
Паренхіма	20	2.1-5.2	24	5.5
Бронх 1-го порядку	30	2.7-7.7	10-17	5.5

Створена модель інструменту для зварювання легень може застосовуватись для виготовлення інструментів для виконання операцій високочастотного зварювання на верхніх долях легень. Модель інструменту та використана методика проведення досліджень в середовищі SOLIDWORKS також може використовуватись зокрема для розробки нових моделей інструментів та проведення досліджень по зварюванню легень, хрящової тканини, паренхіматозних органів.

Перелік посилань:

1. Патон Б. Є. Сучасні дослідження та розробки ІЕЗ ім. Є. О. Патона в галузі зварювання та споріднених технологій. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*. 2018. № 4. С. 5–18.

2. Патон Б., Кривцун И., Маринский Г. Сварка, резка и термическая обработка живых тканей. *Автоматическая сварка*. 2013. № 10-11. С. 135–146.

3. Сапин М. Анатомия человека. *Медицинский портал KingMed.info*. URL: http://kingmed.info/media/book/5/4535.pdf (дата звернення: 20.10.2021).

УДК 616-053.9:004

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПІВ СТАРІННЯ ЛЮДИНИ

А. Порван, О. Довнар, М. Буняєва
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
E-mail: a.porvan@khai.edu

The paper presents the results of the development of an information system for assessing the rate of human aging using biological markers of aging, determined as a result of the use of methods for renewing fallow lands and rapid growth in space. The developed system allows improving the efficiency of conducting preventive and preventive visits and improving healthy life.

Досягнення сучасної геронтології дозволяють говорити про практичну реалізацію завдання управління процесами старіння та збільшення періоду активного, повноцінного, працездатного життя людини. Доведено, що при тому самому астрономічному або календарному віці (КВ) різних індивідів, ступінь старіння їх організмів в цілому, а також окремих органів, елементів і систем організмів буде різною. Отже, з'являється потреба оцінки ступеня старіння або рівня життєздатності організму та його елементів, що є одним із ключових завдань профілактичної геронтології. Така оцінка дозволяє об'єктивно зареєструвати темп старіння (ТС) та його зміни при лікувально-профілактичних впливах. [1]. Також перспективним напрямом у вирішенні практичних завдань профілактичної медицини є розробка інформаційних систем для підтримки та забезпечення процесів оцінки та формування здоров'я, діагностики та профілактики старіння [2].

Так, існуюча автоматизована система скринінг-оцінки дизадаптивних, метеопатичних та патологічних станів у людини "СКРИНМЕД" дозволяє непрямо визначати біологічний вік за анкетою М. Роузена та за тестом В.П. Войтенка.

Розроблена авторами комп'ютерна система визначення БВ [3] є автоматизованою системою допомоги у питаннях діагностики старіння методом обчислення біологічного віку (БВ) організму в цілому та парціального БВ його окремих систем з урахуванням низки вік-залежних біохімічних, клініко-фізіологічних та розрахункових показників стану серцево-судинної та дихальної систем, статичного балансування, результатів застосування методів інтерв'ювання. Система має можливість корекції формул визначення БВ, а також створення власних наборів БМ та формул визначення БВ та забезпечує лікаря інформацією про механізми старіння та засоби його стримування..

У роботі [4] авторами запропоновано програмний комплекс «Інформаційна система діагностики та профілактики старіння», що включає модулі: «"Навчання загальним питанням геронтології", "Моделювання процесу старіння та його механізмів", "Обчислення популяційних показників старіння за формулою Гомперца-Мейкему", "Діагностика індивідуального старіння", "Вибір схем геропрофілактики та біоактивації", "Оцінка та корекція біоритмів".

Система дозволяє на базі результатів діагностики призначати необхідну для клієнта схему оздоровлення, профілактики та продовження періоду його активного повноцінного життя, підібрати найбільш ефективні геропротектори, що діють на найбільш вразливі та швидко старіючі органи та системи організму, сформувати оптимальну для даної людини дієту, що дає максимальний оздоровчий ефект та забезпечує максимальне збільшення очікуваної тривалості здорового життя, скоригувати біоритмологічний профіль організму, здійснити підбір комплексу лікарських трав та оптимізувати склад БАД-комплексів.

Проте, проведений аналіз літературних джерел дозволяє говорити про те, що проблема автоматизації процесів діагностики та профілактики старіння на базі розрахунку основних показників ТС, досі залишається актуальною і до кінця не вирішеною [5]. Пропоновані програмні рішення не враховують нові знання про механізми старіння, використовують трудомісткі та складні для аналізу методики, вимагають виконання дорогих біохімічних та імунологічних тестів.

Розроблена нами інформаційна система визначення темпів старіння людини має модульну структуру, що забезпечує незалежність аналітичних та допоміжних функцій. В процесі розробки інформаційної системи було прийнято рішення про розподіл БД та інших складових програмного забезпечення на різні модулі, об’єднані одним інтуітивно-зрозумілим інтерфейсом. Загальна структура інформаційної системи складається з трьох основних модулів «Дані про пацієнта», «Аналітичний модуль», БД «Rad» і одного додаткового модулю – «Модуль досліджень».

Модуль «Дані про пацієнта» призначений для введення і редагування паспортних та клінічних даних пацієнта. Модуль дозволяє проводити первинну реєстрацію даних, а також викликати дані з БД «Rad» за допомогою SQL-запитів при повторному його візиті.

Модуль досліджень дозволяє вносити результати для проведення клінічних досліджень щодо вікової фізіології, характеристик старіння найважливіших органів і систем, фізичної та розумової працездатностей, дані клінічного, біохімічного та імунологічного аналізів біологічних рідин людини.

Аналітичний модуль призначений для оцінки темпів старіння на базі обраних БМ, що були визначені із застосуванням методів відновлення залежностей та скорочення розмірності простору ознак. Модуль дозволяє визначити модельні значення БВ за методиками Горелкіна, Войтенка та фенотипічний вік, а також розрахувати індивідуальний скорегований БВ, значення якого визначається за розробленою математичною моделлю із застосуванням методів математичної статистики та синтезу інтегральних показників ТС. За результатами роботи формується звіт про відвідування, що містить необхідну інформацію, яка потрібна для досягнення максимально очікуваної тривалості здорового життя.

Таким чином, розроблена інформаційна система визначення темпів старіння людини дозволяє за результатами інструментальних та лабораторних досліджень визначити біологічний вік людини з метою поліпшення ефективності проведення лікувально-профілактичних заходів та збільшення очікуваної тривалості здорового життя.

Перелік посилань:

1. Крутько В.Н., Захарьящева О.В., Кузнецов И.А., Мамиконова О.А., Пырву В.В., Смирнова Т.М., Соколова Л.А. Биологический возраст как показатель уровня здоровья, старения и экологического благополучия человека. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2014. 48(3):12-19.

2. Крутько В. Н. Системный анализ и информатика здоровья и долголетия. *Труды ИСА РАН.* 2005. Т. 13:5-15.

3. Донцов В.И., Мамиконова О.А., Розенблит С.И. Специализированные медицинские информационные системы: методические подходы и компьютерная программа для оценки биологического возраста в профилактической медицине. *Информационно-измерительные и управляющие системы.* 2014. 12(10):94-98.

4. Информационная система диагностики и профилактики старения . *Moscow University Alumni Club*. – Режим доступу: http://www.moscowuniversityclub.ru/home.asp?artId=11828. – Заголовок з екрану.

5. Богомолов А. В. Информационные технологии цифровой адаптационной медицины. *Информатика и автоматизация*. 2021, Т. 5, Вып. 20, С. 1154– 1182.

УДК 602

ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ МЕДИЧНИХ СКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

І. В. Прокопович, К. О. Дядюра
Державний університет «Одеська політехніка»
E-mail: igor.prokopovich@gmail.com.edu

When building complex medical information systems, efforts are made to unify and standardize system-technical solutions and rules, which ensure the interoperability of their elements. Provides guidelines for customers (medical organizations and institutions) and developers in the form of a list of recommendations, principles and indicators for ensuring the interoperability of complex information systems and their elements during the creation, use and development.

Вступ. Сучасна медицина використовує велику кількість медичних приладів, апаратів, устаткування, комплексів, засобів вимірювальної техніки загальнотехнічного призначення, які застосовуються в процесі діагностики, лікування й профілактики організму людини і/або забезпечення цих процесів. На даний час медична галузь не може ефективно розвиватися без використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Розвиток обчислювальної техніки, технологій створення програмного забезпечення, форм та способів зберігання, обробки і поширення медичної інформації визначило широке впровадження в медичних організаціях великої кількості різнорідних інформаційних систем (ІС). При цьому відсутність єдиних підходів щодо створення медичних ІС, їх функціональна, інформаційна та технологічна різноманітність породжує проблему інтероперабельності таких систем і їх елементів. Як правило, це складні системи, так звані крупномасштабні інформаційні системи (анг. Ultra-large-scale system або System of Systems (SoS)), що складаються з багатьох взаємодіючих підсистем, внаслідок чого вони набувають нові емерджентні властивості.

Очевидно, що чим вище рівень гетерогенності складної системи, тим гостріше проблема її інтероперабельності для забезпечення і оцінки якої необхідно вирішувати сукупність науково-технічних та організаційно-методичних завдань.

Складні системи розробляються, як правило, у вигляді сукупності інформаційних систем (ІС), побудованих на різнорідних програмно-апаратних платформах, які повинні взаємодіяти на основі мережевих технологій між собою, утворюючи інфраструктуру та Єдиний інформаційний простір (ЄІП) складної системи

Метою даної роботи є розробка основних положень щодо забезпечення та оцінки зовнішньої і внутрішньої інтероперабельності складних систем.

Основна частина. Ефективність впровадження ІКТ в медичну галузь залежить від складності та масштабності ІС.

Найбільш характерною особливістю складних ІС є наявність великої кількості різнорідних елементів (які часто самі є системами), що об'єднані для досягнення мети функціонування сукупністю правил та зв'язків, а також розвиненого математичного і програмного забезпечення, значних масивів даних. Програмне забезпечення є самостійною складовою, яка багато в чому визначає можливості складної системи.

Складні системи мають множину станів та характеристик. Найбільш важлива для складних інформаційних систем вважається така характеристика як інтероперабільність, що відображає здатність систем і сервісів до функціональної взаємодії, дозволяє звертатися до потрібних інформаційних ресурсів та функціональних можливостей ІС (елементів складної системи). Причинами виникнення бар'єрів інтероперабельності можуть бути недостатні значення інших характеристик складної системи. При розробленні медичних складних інформаційних систем (МСІС) докладаються зусилля щодо уніфікації та стандартизації системно-технічних рішень і правил, які забезпечують інтероперабельність їх елементів. Інтероперабельність вважається значимою якщо усунені значущі бар'єри взаємодії на трьох рівнях: технічному, семантичному та організаційному.

Для досягнення інтероперабельності в складній системі необхідно формувати специфікації вимог на основі моделей якості, що рекомендовані серією стандартів ISO / IEC 2500n. Серія стандартів ISO/IEC 25000, також відома як SQuaRE (Вимоги та оцінка якості системи та програмного забезпечення), має на меті створити основу для оцінки якості програмного продукту. ISO/IEC 25000 є результатом еволюції кількох інших стандартів; зокрема з ISO/IEC 9126, який визначає модель якості для оцінки програмного продукту, та ISO/IEC 14598, який визначає процес оцінки програмного продукту. У модель якості складної системи необхідно включати

характеристики критичні для інтероперабельності, а в специфікації вимог - задавати мінімально необхідний рівень даних характеристик.

Для забезпечення інтероперабельності складна інформаційна система проектується на основі єдиного підходу, який містить ряд етапів:

– розробка концепції;

– побудова архітектури;

– побудова проблемно-орієнтованої моделі інтероперабельності;

– побудова профілю інтероперабельності;

– програмно-апаратна реалізація складної системи (елемента складної системи);

– атестаційне тестування

Концептуальні положення створення конкретної складної інформаційної системи (елемента складної системи) крім інших питань повинні відображати::

– опис цілей функціонування складної системи та кожного з її елементів;

– опис потреб і очікувань усіх зацікавлених сторін, в інтересах яких функціонує складна система та кожен з її елементів;

– опис умов та обмежень функціонування складної системи (елемента складної системи);

– опис ключових ресурсів, необхідних для функціонування складної системи та її елементів;

– функціональні вимоги до системи та її елементів, які відображають, що саме кожен із елементів повинен виконувати в інтересах системи;

– не функціональні вимоги, які відображають необхідні і достатні значення параметрів швидкодія, надійність та інше.

Архітектура складної інформаційної системи, з точки зору інтероперабельності, є структурою з трьома розмірностями, яка відображає:

– основні функції різних ІС для медичної сфери, які формують складну систему;

– сервіси (служби), які забезпечують інтероперабельність кожної підсистеми та складної системи в цілому;

– множину систем складових складної системи;

– множину елементів та підсистем, які входять до кожної системи.

Для забезпечення інтероперабельності складних інформаційних систем остаточні технічні рішення по їх будові вибираються з урахуванням еталонної та проблемно-орієнтованої моделей інтероперабельності. Еталонна та проблемно-орієнтована моделі інтероперабельності є розвиток семирівневої базової еталонної моделі будови складної системи з точки зору причин виникнення бар'єрної інтероперабельності.

Висновки. Наведено керівні вказівки для замовників (медичних організацій та установ) та розробників у вигляді переліку рекомендацій, принципів і показників по забезпеченню інтероперабельності складних інформаційних систем та їх елементів під час створення, використання і розвитку. Формування специфікацій для забезпечення та оцінки інтероперабельності складних інформаційних систем здійснюється на основі моделей якості, які рекомендовані серією стандартів ISO / IEC 2500n.

При розробці складних інформаційних систем для медичної сфери може знадобитися розробка національних стандартів, які будуть визначати їх вигляд. Ці розробки повинні проводитися на основі Дорожньої карти в порядку встановленому Законом України «Про стандартизацію».

УДК 535.016

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ ПРИЛАДУ «ПЛАЗМОНТЕСТ»

Т. М. Риженко, В. М. Будник, П. Б. Шпильовий, Т. С. Лебєдєва, М. М. Будник
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова Національної академії наук України,
Відділ пристроїв, систем та технологій безконтактної діагностики,
проспект Академіка Глушкова 40, Київ, 03187
E-mail: tata.ryzhenko@gmail.com

The developed technique for calibration of Plasmontest device is shown. It requires the use of a device, a PC with installed software, a heat-stabilized cell, a glass plate with a gold film and liquids in

syringes. The technique for calibration will be used at Ukrmetrteststandart during metrological calibration of device.

Вступ та постановка задачі. На сьогодні в Україні існує ряд державних установ, що проводять повірку, атестацію та сертифікацію приладів, пристроїв і т.д. У своїй роботі окрім ДСТУ вони застосовують затверджені програми і методики метрологічної атестації (ПМА), вимоги яких потрібно врахувати при розробці методик калібрування розроблених приладів.

Мета роботи – розроблення методики калібрування приладу, що забезпечить можливість проведення його калібрування в метрологічній установі.

Матеріали та методи. При розробці методики враховано вимоги ПМА [1] та використано прилад «Плазмонтест» [2], ПК з встановленим спеціальним програмним забезпеченням «Plasmon», термостабілізована комірка. Ці засоби розроблені спеціалістами Інституту кібернетики. Крім того необхідні скляна пластина з плівкою золота та рідини у шприцах.

Розроблення методики. Потреба у методиці калібрування виникла з метою подальшого застосування На думку розробників методика має включати наступні етапи:

1. Підготовчий етап: включити живлення приладу через адаптер до роз'єму на боковій панелі приладу (рис.1). Запустити програму «Plasmon». На поверхню призми нанести одну краплю імерсійної рідини та встановити скляну пластину з плівкою золота плівкою догори (рис.1, між гвинтами під коміркою). На посадочне місце встановити термостабілізовану комірку, зафіксувати її чотирма гвинтами (рис. 1) та під'єднати роз'єм до роз'єму на боковій панелі приладу. У вікні програми у відповідних полях встановити температуру стабілізації комірки на 2 градуси вище кімнатної, тобто 30°С.

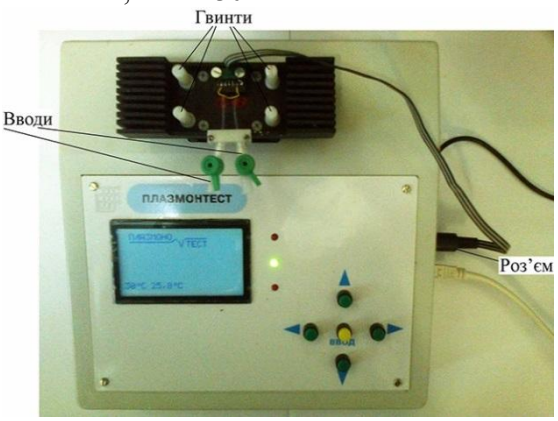


Рис. 1. Прилад «Плазмонтест» зі встановленою термостабілізованою коміркою

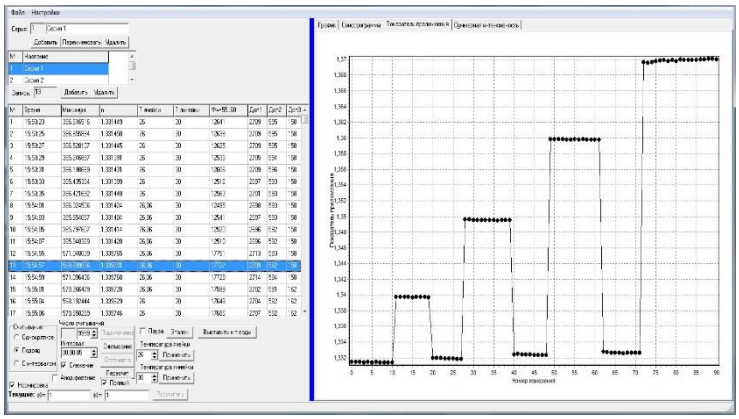


Рис. 2. Виміряні значення показників заломлення розчинів сахарози різних концентрацій з проміжними калібруваннями по воді

2. За допомогою програми у вкладці «Графік» отримати відображення розподілу інтенсивності віддзеркаленого світла від поверхні золотої плівки по довжині фотоприймальної лінійки. Провівши 20-30 вимірювань, впевнитись, що форма та положення розподілу є сталими.

3. Зупинити зчитування та натиснути кнопку «Еталон». Через 20 секунд знову активувати зчитування але вже з нормуванням (прапорець «Нормування»). У вікні програми відобразиться нормований розподіл світла, який не повинен мати вигинів або сплесків. У разі їх появи, провести процедури, описані в п.3, попередньо знявши прапорець «Нормування».

4. Заповнити комірку деіонізованою водою, подаючи її поршневим насосом (шприцом) через лівий ввод комірки (рис.1) до стабільного витікання через правий ввод комірки.

5. Впевнитись у появі у вікні «Графік» програми кривої з характерним резонансним вигином, що відповідає збудженню поверхневого плазмонного резонансу (ППР). У разі нестабільності форми або положення ППР-кривої, провести додаткове закачування води.

6. Провести зчитування не менше 100 точок (дивитись по осі Х на вкладці «Графік»), після чого виділити їх у таблиці за допомогою маніпулятора «миша». Натиснути кнопку «Виставить к-т води». У колонці таблиці «n» з'являться значення показника заломлення. В графічному вигляді це значення показано у вкладці «Показник заломлення».

7. Для вимірювання показника заломлення іншої рідини, зупинити зчитування та видалити рідину через правий ввод комірки за допомогою шприца.

8. Закачати за допомогою шприца через лівий ввод комірки досліджувану рідину (об'єм прокачуваної рідини не менше 1 мл^3) до стабільного витікання через правий ввод комірки.

9. Натиснути кнопку «Зчитування» для відновлення вимірювання показника заломлення.

10. Для того, щоб змінити вимірювану рідину, необхідно знову провести дії, описані в п.п.4-6, попередньо видаливши шприцом досліджувану рідину. У цьому випадку кількість води, використаної для промивання комірки повинна бути не меншою 4 мл^3. Таким чином, кожній зміні вимірювальної рідини (якщо це не вода) повинне передувати калібрування по показнику заломлення води (Рис. 2, вкладка «Показник заломлення»).

11. Програмне забезпечення приладу на основі масиву 100 значень вихідних сигналів за допомогою програмного забезпечення обчислює середнє значення вихідного сигналу у відліках АЦП. На основі середнього значення вихідного сигналу, використовуючи калібрувальну залежність, програмне забезпечення обчислює показник заломлення дос-ліджуваної рідини при температурі досліджуваного зразка рідини, у даному випадку: 26°С.

12. Обчислене значення показника заломлення вимірюваної рідини перерахувати до значення за нормальних умов: 20°С.

Висновки. Розроблена методика калібрування приладу «Плазмонтест». Калібрування проводиться з застосуванням спеціальної програми та термостабілізованої комірки, які розроблені в Інституті кібернетики. Виміряні дані дозволяють отримати показник заломлення вимірюваної рідини за нормальних умов та, провівши калібрування декілька разів, не складно розрахувати похибку калібрування. Ці дві величини будуть отримані при проходженні калібрування дослідного зразка приладу в ДП «Укрметртестстандарт».

Подяка. Автори висловлюють подяку Національній академії наук України за фінансову підтримку при виконані роботи за проєктом ВК220.35.21 «Розробка, дослідна експлуатація та впровадження у виробництво біомедичних інформаційно-діагностичних систем та інтелектуальних сенсорних приладів» (керівник – д.т.н. Будник М.М.), в рамках цільової програми наукових досліджень НАНУ «Розумні» сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» на 2018-2022 роки.

Перелік посилань:

1. ПМА «Рефрактометры автоматические. Программа и методика метрологической аттестации». – Київ: Укрметртестстандарт. – 2002. – 32 с.

2. М. Ходаковський, М. Будник, Т. Риженко, Т. Лебєдєва, П. Шпильовий, М. Мудренко, Я. Тимошенко. Розроблення метрологічного забезпечення рефрактометричних вимірювань на основі поверхневого плазмонного резонансу // Метрологія та прилади. – 2017. – № 5. – с.25-31. http://nbuv.gov.ua/UJRN/mettpr_2017_5_6.

УДК 606:62-9

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ БІОМЕДИЧНИХ ІНЖЕНЕРІВ

Н. В. Тітова, Л. А. Кокідько
Державний університет «Одеська політехніка»
E-mail: titova.n.v@op.edu.ua, тел. (068) 302-36-78

The article discusses the use of a non-invasive blood analyzer in the educational process, namely for the training of biomedical engineers. The information and diagnostic device is designed for screening and automatic non-invasive determination of biochemical and hemodynamic parameters of blood based on the results of measuring the temperature of biologically active points on the surface of the human body and processing these results by a specialized program.

Біомедична іенженерія галузь знань що швидко розвивається у багатьох напрямках одночасно. Студенти спеціальності 163 "Біомедична інженерія" повинні буди підготовленими до майбутнього

працевлаштування. Тому задача ЗВО якомога більше і всебічно знайомити студентів з сучасними інноваційними діагностичними технологіями та обладнанням. Метою публікації є показати яким чином проходить впровадження в освітній процес інформаційних діагностичних пристроїв. Слід зауважити, що від врахування людського чинника залежить безпечність, надійність та ефективність складних біомедичних технологій, що проектуються та використовуються людиною [1].

Згідно двостороннього договору між Державним університетом "Одеська політехніка" та Науково-дослідним інститутом "NanoSapiens" кафедрі біомедичної інженерії було надано два іноваційних діагностичних прилада для використання в навчальному процесі. Розглянемо більш детальніше неінвазивний аналізатор формули крові "АМП". Він дозволяє без забору крові на протязі 180-720 секунд отримати 125 параметрів життєдіяльності організму людини. Оцінка стану організму і параметрів виражається кількісно в загальноприйнятих для кожного параметра міжнародних одиницях СІ.

Неінвазивний аналізатор «АМП» дозволяє оцінювати [2]:

– формулу крові та біохімічні показники крові;

– стан і характер порушення обміну речовин;

– нервово-м'язову провідність, схильність до спазмів, м'язової слабкості на основі дослідження змісту K, Na, Ca, Mg в крові;

– тип кровообігу та характер порушень кровопостачання міокарда;

– компенсаторні можливості організму.

Неінвазивний аналізатор «АМП» дозволяє діагностувати [2]:

– вегето-судинну дистонію, дисциркуляторну енцефалопатію, наявність атеросклерозу, порушення згортання крові, присутність будь-якого запального процесу (гострого і латентно-млявого), ішемічну хворобу серця, цукровий діабет; захворювання нирок; остеохондроз, остеопороз (по рівню Ca плазми);

– хронічний бронхіт, хронічний трахеобронхіт з астматичним компонентом, хронічні пневмонії;

– гастроентерологічні проблеми, гастрити, панкреатит, гепатити, цироз;

– порушення фільтрації та реабсорбції.

Неінвазивний аналізатор «АМП» дозволяє визначати [2]:

– Активность основних ферментів,

– споживання кисню на 100 г тканини,

– показники молочної та піровиноградної кислоти.

Неінвазивний аналізатор «АМП» дозволяє аналізувати[2]:

– функціональну гемодинаміку, енергетичний баланс, водно-електролітний обмін, стан серця і кровоносної системи в цілому та багато іншого.

Неінвазивний аналізатор «АМП» дозволяє вибирати [2]:

– оптимальний вид фізіотерапії, акупунктури, медикаментозних методів або іншого лікування та терапії з урахуванням етіології і патогенезу захворювань.

Технічне обслуговування аналізатора проводиться інженерно-технічним персоналом, який мусить перед кожним використанням проводити контрольний огляд аналізатора, дротів та електродів на механічні ушкодження. При виявленні механічних пошкоджень або виявленні порушення функціонування, які можуть негативно позначитися на безпеці пацієнта або обслуговуючого персоналу, аналізатор дозволяється використовувати тільки після усунення виявлених недоліків сервісною службою.

Також, студенти в ході занять проводять перевірку відносної похибки при вимірюванні температур, так званих "референтних точок" на робочому місці, розраховують відносну похибку у відсотках. Всі отримані данні заносіться в таблицю.

Висновки. Результати перевірки вважають позитивними, якщо:

- діапазон вимірювань температур «референтних точок» не менше, ніж від 24^0 до 42^0 С;

- максимальна відносна похибка при вимірюванні температур «референтних точок» з використанням даних таблиці не перевищує 1%.

Таким чином, студенти на тілько отримують нові знання по технічному обслуговуванню різноманітного діагностичного обладнання, а й закріплюють знання, що були отримані на інших навчальних дисциплінах в процесі навчання.

Перелік посилань:

1. Мигаль Г. В., Протасенко О. Ф. Необхіднсть розгляду питань людського чинника при навчанні біомедінженерів. *Інформаційні системи та технології в медицині* : зб. наук. пр. II Міжнародна науково-практична конференція (ICM–2019), м. Харків, 2019. С. 16-17.

2. Назначение прибора АМП: руководство по эксплуатации. URL: ANESA (analizator-amp.com.ua).

УДК 004:616.12-073.97-71

ХОЛТЕРІВСЬКА ТЕЛЕКАРДІО СИСТЕМА «ТКС 12-LEAD/EASY ECG»

М. В. Скуріхін[1], А. П. Порван[2], В. І. Черкіс[2]

[1]Компания VPS.UA,

[2]Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

E-mail: snv@zone3000.net, v.i.cherkis@student.khai.edu

In paper there are proposes a variant of the Holter telecardio system which is a scalable service with low requirements for the configuration of computer networks. The unification of the developed system and the expert cardiological center into a single information space will allow identifying arrhythmic and ischemic pathologies using special software installed on a cloud server with the subsequent formation of a full report by experts.

У сучасному світі кардіопатологія і інші порушення роботи серцево-судинної системи (ССС) залишаються проблемою номер один і є провідною причиною смертності серед чоловіків і жінок працездатного віку [1]. Однак, важких наслідків можна уникнути, якщо пацієнт буде перебувати під постійним наглядом.

На даний час до основних методів дослідження ССС на всіх етапах ведення кардіологічних хворих є електрокардіографія (ЕКГ) і добове моніторування артеріального тиску. Разом з тим, сучасні технічні засоби дозволяють вести безперервні вимірювання біоелектричної активності міокарда протягом доби за методом Холтера. Постійно аналізуючи вміст електрокардіограми, можна на ранній стадії, припустімо, розпізнати напад, що наближається.

В даний час все більшого поширення набувають різні комунікатори та інші портативні обчислювальні платформи з мобільними телекомунікаційними можливостями. Поява мобільних інформаційних технологій дозволяє реалізовувати інноваційні рішення пріоритетних завдань охорони здоров'я [2]. Тому дослідження і розробка архітектури та синтез портативних телемедичних комплексів для амбулаторної функціональної діагностики захворювань ССС є важливим і актуальним.

Відомі багато вітчизняних і зарубіжних програмно-апаратних засобів збору і обробки інформації для дистанційної функціональної діагностики ССЗ. Наприклад, «CardioBeeper» виробництва «SHL TeleMedicine» і «CardioCE» фірми «ХАІ-МЕДИКА» й тощо. Ці системи являють собою мобільні телемедичні комплекси з автономної базою даних для функціональної діагностики ССЗ в амбулаторних умовах з добовим телемоніторуванням ЕКГ і артеріального тиску [3]. Також відома система кардіомоніторингу «Auriga», яка здатна попереджувати користувача про наближення небезпечних кардіологічних станів, розпізнавання яких реалізується тришаровою нейронною мережею, навченої методом зворотного поширення помилки на даних, що надані відкритим ресурсом PhysioBank [4]. Система являє собою горизонтально масштабований сервіс з низькими вимогами до конфігурації обчислювальних вузлів в гетерогенних мережах.

Крім того, сучасними розробниками проводяться роботи з інтеграції даних, що реєструються, в додатки на будь-яких мобільних платформах. Так, система «Ritmer» є

мініатюрним телемедичним модулем (4х5 см), який кріпиться на тілі пацієнта і безперервно реєструє ЕКГ-сигнал, з подальшою передачею даних через Bluetooth на смартфон пацієнта у мобільний додаток Ritmer [5]. Результати кардіомоніторингу також відправляються на хмарний сервер, який забезпечує доступ лікаря до даних через особистий електронний кабінет з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету.

Однак, розглянуті системи мають недоліки, які знижують їх ефективність:

- не підтримується телемоніторування стандартного ЕКГ в реальному часі по низькошвидкісних каналах зв'язку, яке необхідне, зокрема, у військовій медицині;

- не розвинена технологія розробки платформно-незалежних телемедичних комплексів, що забезпечує робастність при переході на нові програмно-апаратні платформи, що є дуже важливим в зв'язку з швидким розвитком інформаційних технологій і моральним старінням існуючих платформ;

- універсальні системи і комплекси холтерівського моніторування не є портативними, надлишкові і дорогі, що перешкоджає масовому використанню їх у медичній практиці.

Перераховані недоліки зумовили розробку запропонованої системи.

Розроблена холтерівська телекардіосистема «ТКС 12-LEAD/EASI ECG» включає в себе: підсистему реєстрації інформації, що представляє собою мобільний персональний холтерівський реєстратор ЕКГ пацієнта; мобільний 4G-термінал для попередньої обробки і передачі даних ЕКГ на хмарний сервер; підсистема обробки та аналізу інформації, яка розгорнута на хмарній серверній платформі з метою дистанційної обробки даних ЕКГ і формування експертного висновку.

Система «ТКС 12-LEAD/EASI ECG» призначена для:

–реєстрації ЕКГ пацієнтів за допомогою портативного, мобільного та носимого холтерівського реєстратора (використання в діагностиці та лікуванні ССЗ);

–для передачі даних ЕКГ пацієнтів, що знаходяться в стаціонарах медичних установ, безпосередньо на локальні сервера цих медичних установ (за необхідностю);

–передачі даних ЕКГ через мобільний 4G Інтернет на хмарну серверну платформу компанії VPS.UA для обробки і формування бази даних з подальшим аналізом даних фахівцями експертного кардіологічного центру (ЕКЦ)

–віддаленого моніторингу кардіологічних захворювань у пацієнтів, пов'язаних з порушеннями ритму серця, як в статичних (стаціонарних, амбулаторних), так і в динамічних (домашніх) умовах.

Також передбачається організувати на хмарній серверній платформі особисті електронні кабінети лікарів-експертів і пацієнтів кардіологічного профілю. Об'єднання розробленої системи і ЕКЦ в єдиний інформаційний простір дозволить виявляти аритмічні і ішемічні патології за допомогою спеціального програмного забезпечення, встановленого на хмарному сервері, з подальшим формуванням повноцінного звіту лікарями-експертами.

Таким чином, розроблена система дозволяє не тільки постійно віддалено спостерігати за станом пацієнтів, а й запобігати порушенням серцевої діяльності.

Перелік посилань:

1. WHO. The top 10 causes of death - Режим доступу: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death. - Заголовок з екрану.

2. Сенин А. А. Мобильные телемедицинские комплексы для амбулаторной функциональной диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17. -Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Учебный центр биомедицинской инженерии ГОУ ВПО «Пущйнский государственный университет», Тула, 2011. – 126 с.

3. SHL TeleMedicine. A Global Leader in Telemedicine Technologies & Services. – Режим доступу: https://www.shl-telemedicine.com/ - Заголовок з екрану.

4. Auriga Система кардиомониторинга – Режим доступу: https://zdrav.expert/index.php/Продукт:Auriga_Система_кардиомониторинга. - Заголовок з екрану.

5. «Умные» гаджеты на страже здоровья – Режим доступу: https://rostec.ru/news/umnye-gadzhety-na-strazhe-zdorovya/. - Заголовок з екрану.

УДК 621.38-615.47:612.17

ПОБУДОВА АПАРАТІВ «ШТУЧНЕ СЕРЦЕ» З ДОВГОТРИВАЛИМ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯМ

Д. В. Теличко, В. П. Олійник
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
61070, Харків, вул. Чкалова, 17, кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
E-mail: dashatelichko1@gmail.com, v.oliinyk@khai.edu

The problems of creation of the device "Artificial heart" are considered in the work. The AbioCor and Carmat models are among the most advanced developments. The technical problem of power supply of "Artificial Heart" implants remains. Wireless percutaneous power supply is a promising way to solve this problem.

Вступ. Хвороби серця це одна із розповсюджених проблем зі здоров'ям у цілому світі. Як радикальний метод лікування використовують трансплантацію донорського або штучного серця. Апарат «Штучне серце» (АШС) – технічний пристрій, призначений для підтримки достатніх для життєдіяльності параметрів гемодинаміки організму людини.

Мета роботи - аналіз розвитку технічних рішень побудови апаратів «Штучне серце» та задач створення пристрою для повної імплантації з довготривалим енергоживленням.

Основна частина. В медичній практиці під терміном «Штучне серце» розрізняють дві групи технічних пристроїв. До першої відносяться гемооксигенатори (апарати штучного кровообігу). Таке обладнання активно використовується в кардіохірургії, при проведенні операцій на серці.

До другої відносяться кардіопротези, тобто технічні пристрої, що імплантуються в організм людини і покликані замінити функції серцевого м'язу. До найбільш досконалих конструкцій належать пристрої, які отримали назву «Total Artificial Heart» (ТАН) [1].

Насосні блоки таких АШС виконують функції заміщення хворих або пошкоджених серцевих шлуночків. Технічні засоби поза організмом пацієнта забезпечують енергоживлення імплантованих насосів та контролюють критичні показники стану людини.

У 2001 році розроблено пристрій АШС типу AbioCor. Це перше «Автономне внутрішнє штучне серце» з безконтактним черезшкірним електроживленням. Апарат AbioCor призначений тільки для пацієнтів з бівентрикулярною серцевою недостатністю [1]. Клінічні випробування та тестування проводилось понад 30 років, але оптимального технічного рішення електропостачання не було знайдено.

У 2008 році компанія Carmat розробила штучне серце з двома камерами, які розділені мембраною. Насосна функція камер відтворюється за допомогою гідроприводу, що вважається більш природним механізмом перекачки крові. Пристрій Carmat, на відміну від розробки AbioCor, призначений для використання у випадках термінальної серцевої недостатності в якості тимчасового протезу до моменту отримання донорського органу [2].

Висновки. Для усіх відомих конструкцій штучного серця не вирішена задача енергопостачання імплантату при довготривалому (протягом декількох років) застосуванні. Одним із можливих рішень є безпровідний (черезшкірний) спосіб електроживлення. Для його реалізації необхідні сучасні, надійні елементи електроніки та ефективні схемотехнічні рішення.

Перелік посилань:

1. Перспективы развития технологий полной замены функции сердца с помощью механических систем поддержки кровообращения / Д. С. Петухов, С. В. Селищев, Д. В. Телышев // Медицинская техника. 2015, (293). – С. 5 – 8.

2. CARMAT 2019 Universal Registration Document Including Annual Financial Report [Електроний ресурс]. – Режим доступа: https://www.carmatsa.com/carmat-content/uploads/2020/03/carmat-urd-2019_en.pdf– 30.06.2021.

УДК: 617-7

ПРИСТРІЙ ДЛЯ 3D ВІЗУАЛІЗАЦІЇ КУКСИ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ ЛЮДИНИ

В. С. Чекригіна, О. М. Дацок
Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail: valentyna.chekryhina@nure.ua, oleh.datsok@nure.ua

The analysis of possibilities of application of 3D-technologies in prosthetics of human limb is carried out. The structure of the 3D human limb scanning system is considered, the technical parameters of the scanner are substantiated. The design of the fixing units of the scanner and the object of study is considered. The use of the proposed device will provide high-quality formation of initial data for the development of limb prosthesis, which will generally increase the efficiency of prosthetics and the quality of life of patients in the lost upper extremities.

Актуальність роботи. При травмах, внаслідок яких людина або деформує та/або втрачає кінцівку необхідно як можна швидше відновити її функціонування, щоб повернути пацієнта до звичного повсякденного життя, що добре відобразиться в тому числі й на психічному здоров'ї людини.

Метою роботи є аналіз можливостей застосування 3D-технологій в протезуванні кінцівок людини та формування пропозицій щодо поліпшення роботи зі сканером.

Традиційний спосіб отримання моделі кукси за допомогою гіпсового зліпку, що зазвичай використовують в лікарнях, не вимагає складних навичок, тому легкий у застосуванні [1].

Автоматизований аналізатор містить декілька вимірювальних модулів з датчиками торкання, за допомогою яких вимірюється радіус-вектор від центральної осі аналізатора до поверхні кукси. Обробка масиву координат поверхні, що аналізується, за допомогою системи автоматичного проектування SolidWorks дозволяє отримати потрібну модель [2] – [3].

3D сканери за принципом роботи працюють як вимірювачі відстані. Сигнал направляють до поверхні, від якої він відбивається, а комп'ютер на основі сигналів від датчиків обчислює відстань до об'єкту. Після обробки даних можна отримати рисунок поверхні в необхідній площині та побудувати 3D-модель.

Основні результати.

До складу 3D-сканера входять джерело випромінювання (лазер), датчик кута повороту або енкодер, оптична система (дзеркала, лінзи) та з'єднана з персональним комп'ютером вимірювальна камера. У процесі роботи 3-D сканера вимірюється відстань до об'єкту на довжину лазерного пучка. Енкодер у цьому випадку виконує функцію регулятора напрямку випромінювання та управляє дзеркалами. Для швидкого сканування, два дзеркала розташовуються ортогонально осі. Фокусування лазерів відбуватися за допомогою лінз.

Зображення, яке формується на екрані є хмарою точок в декартовій системі координат, тобто скупчення неструктурованих точок знаходяться на осях X, Y і Z, отриманих в результаті сканування. Після сканування, всі точки переводяться в загальну систему координат, в разі потреби розміщення точки можна редагувати. Редагування може відбуватися під час сканування або після відправки даних до відповідних програм.

У роботі 3 D сканерів використовують структуроване світло та модульоване світло.

Структуроване світло – це проекція світлової сітки безпосередньо на об'єкт. Сітка проектується на об'єкт з допомогою рідкокристалічного проектора або іншого постійного джерела світла. Камера, розташована дещо в стороні від проектора, фіксує форму об'єкта і обчислює відстань до кожної точки в полі зору. Перевага 3D сканерів, що використовують структуроване світло, в їх швидкості і точності роботи. Замість сканування однієї точки в один момент часу, структуровані сканери сканують одночасно кілька точок або все поле зору, що вирішує проблему спотворення даних, викликаних рухами.

Промінь модульованого світла спрямований на об'єкт та постійно змінюється, найчастіше за синусоїдою. Застосування модульованого світлового потоку дозволяє сканеру ігнорувати світло від інших джерел, крім лазера, що дозволяє уникнути перешкод [4].

Під час розробки технології сканування кукси з допомогою 3D сканера, слід зауважити, що кукса може знаходитись у різних частинах кінцівки людини і обертання кукси є неможливим. Саме тому пропонується для побудови якісної системи сканування кукси кінцівки людини слід враховувати не тільки параметри сканера а й систему його кріплення та фіксації кінцівки людини.

Основу конструкції кріплення сканера становить спіралеподібна направляюча. Відповідно до антропометричних показників верхніх кінцівок людини діаметр спіралі складає 50 см. Кінці спіралі прикріплені до масивної основи. До спіралі прикріплюється циліндр на направляючій. Саме до нього і

приєднується 3D сканер. Сканер типу 3-D sense 2-го покоління повинен бути приєднаний на відставанні 15 дюймів (38,1 см) від поверхні, що сканується. Процес сканування проводиться вручну, надалі цей процес можна автоматизувати, зовні також є ручка за яку потрібно переміщати сканер по спіралі, уздовж кінцівки.

Основні технічні параметри системи сканування:

- мінімальні/максимальні розміри об'єкта сканування, м – 0,2 х 0,2 х 0,2 / 3 х 3 х 3;
- робочий діапазон, м – 0,2 – 3;
- область сканування (горизонталь/вертикаль/діагональ) – $45^o/57{,}5^o/69^o$;
- розмір глибинного зображення (ширина х висота), пікселів – 240 х 320;
- просторова роздільна здатність х/у на відстані 0,5 м, мм – 0,9;
- кількість кадрів у секунду – 30.

Для роботи сканера використовується спеціалізоване програне забезпечення. В процесі сканування можна контролювати на екрані монітора комп'ютера та одразу коректувати неточності моделі з допомогою інструментів редагування, видалення/заповнення або зупинити сканування у потрібній точці рельєфу кінцівки.

У процесі сканування оператор вручну переміщує сканер по спіралі та робить знімки потрібної частини кінцівки, яка у цей час знаходиться зафіксованою на подушках у відведених місцях. Впродовж усієї роботи, сканер робить рівномірні знімки, які одразу можна побачити на комп'ютері. У кінці сканування отримуємо модель, яка допоможе зробити гільзу для протезу із максимальною точністю.

Висновок. Отже, основними елементами сучасної 3D система формування моделі кукси кінцівки людини є безпосередньо 3D сканер, пристрій кріплення сканера та пристрій фіксації кінцівки людини. Запропонована конструкція вузлів фіксації сканера та об'єкта дослідження забезпечить якісне формування вихідних даних для розробки протеза кінцівки. Процедура сканування відбувається досить швидко, пацієнт не буде довго знаходитись у незручному положенні; процедура є стерильною, не потребує додаткових розміток. Процес навчання обслуговуючого персоналу не є надто складним; конструкція пристрою проста, компактна та не потребує додаткового обладнання під час експлуатації. Окремим питанням є процедура калібрування такої системи.

Перелік посилань:

1. Виготовлення негативу і позитиву кукси гомілки з силіконовим чохлом // Протезно ортопедичні вироби M-Lotos URL: https: // m lotos.ru/articles/izgotovlenie_negativa_i_pozitiva_kul_ti_ goleni_s_sili onovym_ chehlom / (дата звернення: 28.12.2019).

2. Тугенгольд А.К. Використання методу інтерполяційних кривих сплайна Ерміта для побудови 3D моделі контурних ліній кукси/ А.К.Тугенгольд, Д.Р.Хашев//Журнал Інновації та інвестиції. 2020. № 12. С. 138 – 142.

3. Лисенко А.Ф. Розробка системи аналізу кукси пацієнта і побудови 3D моделі з використання методу кінцевих елементів для подальшого вдосконалення куксо прийомної гільзи / А.Ф. Лисенко, Д.Р. Хашеф, А.Д. Бабичев-Ганага//Журн. Maridian. 2020. №3. С. 1 – 2.

4. Розрахунок бінарного фазового елемента для збільшення глибини фокуса зображує системи в задачі класифікації зображень нейронної мережею : тези IX Конгрес молодих вчених / СПб: Університет ІТМО. Самара: ФОП Дзюба А.П., 2018. 2 с.

УДК 621.38 – 615.47

МОНІТОРИНГ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ІМПЛАНТАТА ТА ОТОЧУЮЧИХ БІОТКАНИН

О. В. Чміль, В. П. Олійник
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
E-mail: chmillexa@gmail.com, v.oliinyk@khi.edu

The temperature control system of the internal implant is considered. A temperature sensor that meets the necessary criteria for proper operation is proposed.

Вступ. Використання імплантатів, які мають електричні, електронні та механічні складові призводить до часткової втрати енергії, яка характеризується коефіцієнтом корисної дії. Енергія втрат

переходить в тепло та змінює тепловий режим протезу та оточуючих тканин. Це може призвести до небажаних наслідків роботи імплантованого пристрою та функціонування організму пацієнта в цілому.

Мета роботи: забезпечення моніторингу температурного режиму системи імплантат-організм людини для запобігання виникненню небажаних теплових станів.

Основна частина. Розглянемо задачу теплового моніторингу на прикладі імплантату апарат «Штучне серце». Для коректної оцінки теплового режиму, як самого протезу, так і допоміжних радіоелектронних пристроїв імплантованих до організму пацієнта, необхідно розмістити датчики температури в точках, де можливий ризик підвищення температури.

Одна група датчиків розміщується в середині протезу та електронного пристрою, а друга на зовнішній поверхні цих елементів. Інформація про температурний стан на зовнішній поверхні елементів імплантатів буде характеризувати також температуру оточуючих біотканин. Орієнтовне розміщення елементів показано на рис. 1 [1].

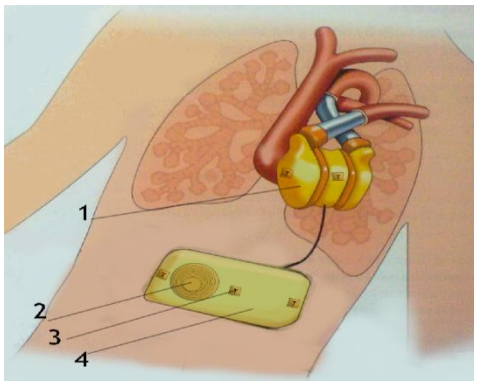


Рис. 1. Схема розташування елементів імплантату:
протез серця - 1; індуктор бездротового живлення -2; зовнішній термодатчик -3;
блок управління та живлення -4.

Термодатчик повинен відповідати таким характеристикам:

– похибка відхилення від дійсної температури повинна становити: +/- 0,1 °С;

– ультра низький температурний дрейф, який повинен не перевищувати 0,001 °С;

– період виміру температури та передачі інформації повинен становити не більше ніж 0,1 секунди;

– ннизька напруга живлення, повинна не перевищувати 3,3 В;

– термодатчик та адаптери для його коректної роботи повинні бути захищенні від вологи відповідно до стандарту IP69D;

– мати інтерфейс передачі даних сумісний з I2C;

– відповідно до зазначених характеристик термодатчика, пропонується використати модуль ADT7422 виробництва Analog Devices. Цей пристрій має наступні технічні параметри:

– похибка відхилення від дійсної температури в діапазоні від 35 °С до 42 °С, становить не більше ніж +/- 0,08 °С (див. рис. 2) [2];

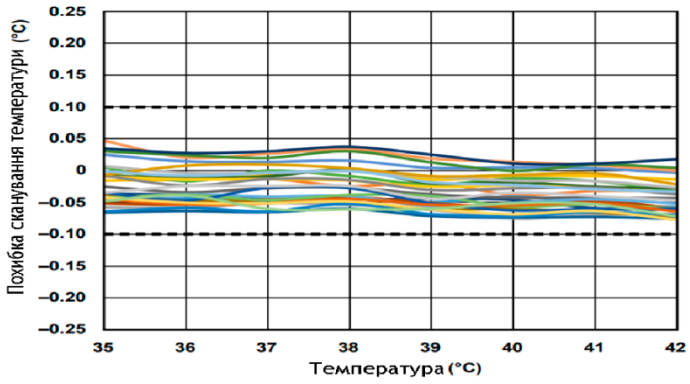


Рис. 2. Характеристика похибки сканування температури

Температурний дрейф становить: 0,0073 °С, та відповідає стандарту NIST.

Період вимірювання температури та передачі інформації, становить 0,06 секунди .

Низький рівень живлення, становить: 3 В.

Інтерфейс передачі даних сумісний з I2C.

Розміри корпусу становлять: 4 мм × 4 мм, що відповідає вимогам директиви RoHS [3].

Висновки. Запропоновано введення додаткового модулю, до блоків імплантату, який забезпечує моніторинг теплового режиму, а вразі виникнення критичної ситуації з підвищенням температури поверхні працюючого імплантату, через радіоканал йде інформування пацієнта за для запобігання летальних наслідків. В якості базового елементу для вимірювання температури пропонується використати модуль ADT7422 Analog Devices.

Перелік посилань:

1. Innovations in medical technologies [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: https://studfile.net/preview/7302829/page:14/.

2. Datasheet ADT7422, Analog Devices [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.mouser.com/datasheet/2/609/ADT7422-1775995.pdf.

3. Analog Devices розробила високоточний цифровий датчик температури для клінічних додатків [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті:https://www.rlocman.ru/news/new.html?di=613459.

УДК 621.38-615.47

РАДІОКАНАЛ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПРО СТАН ІМПЛАНТАТУ

В. О. Шатохін, В. П. Олійник

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

61070, Харків, вул. Чкалова, 17, кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп’ютеризованих засобів і технологій

E-mail: vlad.shatoxin.2007@gmail.com, v.oliinyk@khi.edu

There are research of existing and widespread technical solutions of telecommunication systems for use as a radio channel for transmitting information about the condition of the implant. As a solution to the problem of transmitting information about the parameters of implants, it is advisable to use Bluetooth technology.

Вступ. Сучасні імплантати є складними електромеханічними та радіоелектронними засобами . Для імплантованих пристроїв з автономним або бездротовим живленням постає проблема моніторингу стану імплантату. Традиційно для забезпечення передачі багатьох інформаційних даних на зовнішній підтримуючий пристрій використовують радіоканал. Існує достатньо велика номенклатура відпрацьованих технічних рішень пристроїв які використовуються в засобах телекомунікацій. Найбільш відомі пристрої та протоколи обміну даними такі, як Wi-Fi, Bluetooth WiMAX, DSL, WWAN, UMTS, UWB, LTE, але ці пристрої не призначені для імплантації в організм людини.

Мета роботи. Метою даного дослідження є обґрунтування можливості застосування відомих технічних пристроїв радіозв’язку для отримання даних про стан імплантату.

Основна частина. На прикладі відомих реалізацій розміщення імплантатів можна побудувати узагальнену структуру бездротової передачі інформації про стан імплантату та медико-біологічні показники стану організму. Спрощена структура такої системи наведена на рис.1. Зовнішній блок розташовується поряд з пацієнтом або має зручне кріплення безпосередньо на людині.

Серед найбільш розповсюджених та доступних технологій слід звернути увагу на технології Wi-Fi та Bluetooth. У якості технічного засобу для передачі даних можна розглядати пристрої Wi-Fi, наприклад модуль esp8266 від компанії Analog Devices [1]. Але, згідно стандарту IEEE 802.11 [2] вихідна потужність передавача каналу зв’язку не повинна перевищувати 100 мВт. Пристрої технології Bluetooth, як наприклад qca6174a від компанії Qualcomm підтримують 1-й та 2-й класи передачі, що відповідають максимальним вихідним потужностям до 100 мВт та 2,5 мВт, відповідно

[3]. Незначна потужність цього пристрою призводить до зменшення відстані надійного зв'язку, але одночасно, його випромінювання створює несуттєвий вплив на організм людини. Також слід зазначити, що модель qca6174a є досить універсальною для застосування та дозволяє формувати багатоканальні системи зв'язку.

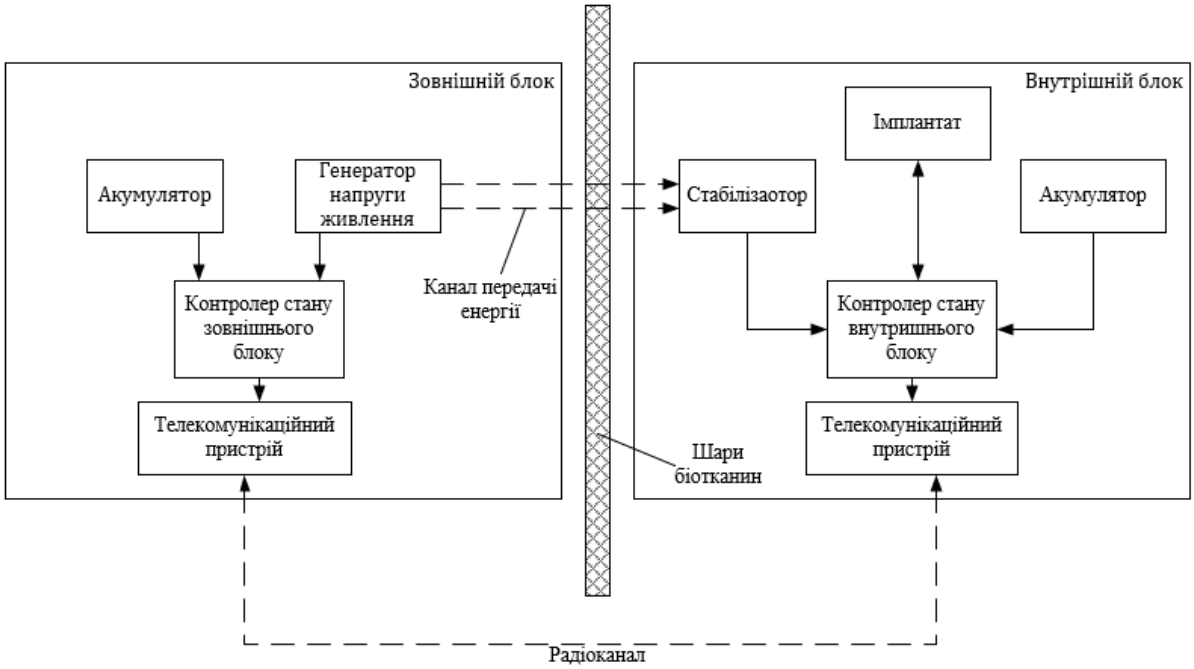


Рис. 1. Спрощена структура системи бездротової передачі інформації про стан імплантату

Нами був проведений експеримент у результаті якого були отримані дані щодо доцільності використання технології Bluetooth для черезшкірної передачі сигналу від імплантованого блоку. У ході експерименту Bluetooth модуль qca6174a розташовувався у соляному розчині що імітував за своїми електрохімічними та діелектричними властивостями біотканини людини. Результати експерименту наведено на рис. 2.

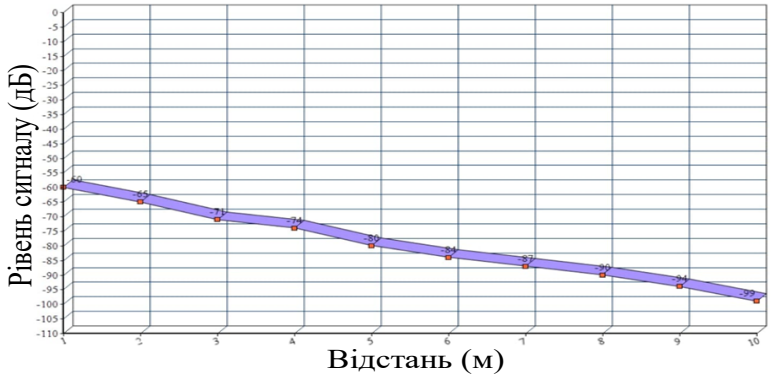


Рис. 2. Графік залежності рівня сигналу від відстані, згідно результатів експерименту

Незважаючи на невелику вихідну потужність та поглинання біотканинами частини енергії сигналу на частоті 2.4 ГГц, результат експерименту підтвердив можливість стабільного режиму передачі інформації від імплантату до зовнішнього блоку.

Висновки. В результаті проведених досліджень підтверджено доцільність використання типових Bluetooth модулів та протоколів передачі інформації для контролю функціонального стану

імплантату та організму людини. До задач практичного застосування необхідно віднести процедуру герметизації типової конструкції із застосуванням біологічно сумісних матеріалів.

Перелік посилань:

1. Analog Devices, ESP8266EX, Datasheet. – URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf.

2. IEEE 802.11 Wireless LANs. – URL: https://inst.eecs.berkeley.edu/~ee122/sp07/80211.pdf.

3. Qualcomm, High performance 2x2 dual-band 802.11ac Wi-Fi with MU-MIMO and Bluetooth 5.0 radios in a single-chip solution, qca6174a. – URL: https://www.qualcomm.com/products/qca6174a.

УДК 378.147

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБМІНУ КОРПОРАТИВНИМИ ДАНИМИ В МЕДИЧНОМУ ЗАКЛАДІ

О. А. Шпинковський, М. І. Шпинковська, І. Р. Козак
Державний університет «Одеська політехніка»
E-mail: alexandr.szpinkowski@gmail.com

The paper is devoted to the introduction of an information system for the exchange of corporate data in a medical institution. The relevance of the topic in connection with the influenza pandemic has been determined. The stages of information system development are offered.

З появою всесвітнього вірусу, країни світу оголосили глобальний карантин, це означає прийняття іншої всесвітньої моделі співпраці. У відповідь на пандемію країни закривають кордони і порушують багато аспектів міжнародної співпраці. Поки невідомо, чи бажатимуть національні уряди повертатися до «старих» правил, або остаточно відмовляться від ідеї глобалізації. Зрозуміло, що світ не буде він таким же відкритим, як раніше. Інформаційні технології інтенсивно впроваджуються у медичній галузі протягом останніх років і за час пандемії отримали подальший розвиток [1-3].

Підприємства, інфраструктура, стали перебудовувати режим своєї роботи, зрозумівши, що тимчасове припинення своєї діяльності це не вихід на довгострокову перспективу, так як тривалість карантину, нікому не відома. Тому всі організації переводять свою роботу на віддалений або змішаний режим.

Одна з таких організацій є Комунальне некомерційне підприємство «Центр первинної медико-санітарної допомоги» міської ради, яке в звичайному стаціонарному режимі приймало своїх пацієнтів, але після введення карантину, прагне перевести свій режим роботи на змішаний, для того, щоб відповідати новим правилам дистанційного обслуговування пацієнтів та більш злагодженої роботи медичного персоналу і пацієнтів.

Пропонується створення інформаційної системи обміну корпоративними даними в медичному закладі. Система повинна вирішувати проблеми комунікації між пацієнтами і лікарями та й іншим медичним персоналом, в умовах карантину.

Для цього необхідно реалізувати наступні завдання:

1. Провести аналіз аналогів і сформування функціонал системи.
2. Обрати інструменти (мову програмування, технології, фреймворки, бібліотеки, бази даних тощо) для проектування та розробки.
3. Спроектувати інформаційну систему
4. Розробити інформаційну систему та провести тестування основних можливостей.

Інформаційна система реалізується на основі сучасних технологіях веб розробки. Цільова аудиторія системи – пацієнти, які не можуть відвідувати лікарню в денному режимі. Реалізація даної системи актуальна тому, що вона дає можливість пацієнтам, зв'язуватися з лікарями через веб-застосунок, а також дає можливість дізнаватися останні новини змін в лікарні, в зв'язку з ситуацією карантину в країні.

Перелік посилань:

1. Прокопович, І. В. Використання інтелектуальних технологій у визначенні діагнозу хвороби / І. В. Прокопович, О. А. Шпинковський // Інформ. системи та технології в медицині (ISM-2018) : І

Міжнарод. наук.-практ. конф., 28-30 листоп. 2018 р. : зб. наук. пр. / ХНУРЕ. – Харків, 2018. – С. 127–129.

2. Система перетворення текстової інформації в мову жестів / О. А. Шпинковський, М. І. Шпинковська, Я. Д. Філіпчук // технологічних і бізнес-процесів. - 2014. - № 3. - С. 55-59. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/avtib_2014_3_12.

3. Шпинковська М. І. Застосування засобів машинного навчання у лікарській справі / М. І. Шпинковська, Л. І. Коваль // І Міжн. наук.-прак. конф. «Інформаційні системи та технології в медицині» (ISM–2018). Зб. наук. праць. ХНУРЕ – Харків: «Друкарня Мадрид», 2018. С.131–132.

УДК 004.681.3

ЕЛЕКТРОННА БІБЛІОТЕКА МЕДІА-ФАЙЛІВ ПІДСИСТЕМИ ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ TISP – СЕРВІС VHEALTH

О. С. Щуров, К. С. Малахов, В. Ю. Величко
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України
E-mail: malakhovks@outlook.com

The given work is devoted to the modern developments in the field of E-rehabilitation. The current epidemiological situation in the world caused by COVID-19 disease requires the intensive use of modern information and communication technologies for remote interaction, in particular, in the field of rehabilitation medicine. vHealth service - is the distributed information system that allows storing, usage, and sharing collections of electronic documents (such as video, audio, text data, etc.) of arbitrary domain areas for distance learning of patients and their relatives, a rehabilitation set of exercises and activities.

Електронна бібліотека медіа-файлів підсистеми телереабілітації Трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи супроводження процесів реабілітації при пандемії TISP [1] – сервіс vHealth [2] – це розподілена інформаційна система, що дозволяє зберігати, використовувати та розповсюджувати (функція шерингу) різнорідні колекції електронних документів (відео та аудіо контент) довільних предметних галузей, для дистанційного навчання пацієнтів і їх родичів, зокрема, реабілітаційному комплексу вправ та заходів.

Одним із основних завдань та призначень сервісу vHealth є інтеграція інформаційних ресурсів і ефективна навігація в них. Інтеграція інформаційних ресурсів – це їхнє об’єднання з метою використання різної інформації зі збереженням її властивостей, особливостей представлення і можливостей її обробляти. Об’єднання ресурсів може відбуватися як фізично, так і віртуально. Але при цьому таке об’єднання повинно забезпечувати користувачу сприйняття необхідної інформації, як єдиного інформаційного простору: електронна бібліотека повинна забезпечити роботу з базами даних і високу ефективність інформаційних пошуків. Ефективна навігація в електронній бібліотеці – це можливість користувача знаходити інформацію, яка його цікавить, в усьому доступному інформаційному просторі з найбільшою повнотою і точністю при найменших витратах зусиль. Для вирішення цієї задачі, сервіс vHealth використовує інтелектуальний пошук на основі прогностичних моделей дистрибутивної семантики.

Сервіс “Електронна бібліотека vHealth” має наступні функціональні можливості:

−повний контроль над медіа-контентом та даними користувачів;

−підтримка декількох робочих процесів публікації контенту (режиму доступу): загальнодоступний контент (public), приватний контент (private), контент, що не входить до жодного списку та доступний тільки за посиланням (unlisted);

−підтримка декількох медіа-форматів (медіа-типів) даних: аудіо контент, відео контент та в майбутньому планується підтримка текстових документів pdf, docx;

−можливість каталогізації об’єктів контенту і різних їхніх об’єднань (категорії та теги);

−обмін медіа-контентом з використанням спільного доступу до окремих медіа-ресурсів, списків відтворення (плейлистів), категорій, тегів. Автоматична генерація коду для вставки медіа-контенту на зовнішній Web-ресурс;

−інтелектуальний інформаційний пошук в реальному часі на основі прогностичних моделей дистрибутивної семантики (лексичний, символьний та атрибутний пошук);

– функція формування списків відтворення (плейлистів) медіа-контенту із налаштуванням робочих процесів публікації контенту (режиму доступу);

– сучасний дизайн графічного інтерфейсу користувача з підтримкою світлої та темної тем оформлення;

– функція розширеного адміністрування користувачами з використанням окремої панелі адміністратора сервісу;

– функції соціальної мережі: можливість додавати коментарі, вподобання (лайки та дизлайки) та завантаження медіа-контенту на локальний диск;

– наявність профілів кодування медіа-контенту: для кількох розширень (240p, 360p, 480p, 720p, 1080p) та декількох профілів кодування (h264, h265, vp9);

– функція адаптивної потокової передачі медіа-контенту: можливо використання протоколу HLS;

– підтримка багатомовних файлів субтитрів для відео контенту;

– функція поступового завантаження медіа-контенту (так званий chunked file upload);

– протоколювання сеансу роботи користувача із системою з можливістю переходу в кожний з раніше існуючих станів системи;

– маніпулювання зі структурою опису об'єкта медіа-контенту.

За основу побудови графічного інтерфейсу користувача мережевого засобу vHealth було взято інтерфейс популярної медіа-платформи Youtube, який є еталоном для систем розповсюдження медіа-контенту. Під час розробки графічного інтерфейсу користувача мережевого засобу vHealth було дотримано одну з найважливіших вимог до сучасного графічного інтерфейсу програмної системи – концепцію «роби те, що я маю на увазі» або DWIM (англ. Do What I Mean). Тому система працює передбачувано, щоб користувач заздалегідь інтуїтивно розумів, яку дію виконає програма після отримання його команди. Це значно полегшує взаємодію користувача з системою та не потребує розробки додаткових методик та настанов користувача для взаємодії з графічним інтерфейсом програмної системи.

На теперішній час, актуальна версія сервісу vHealth доступна за посиланням:

https://e-library.ml/

Для початку роботи з сервісом vHealth необхідно бути авторизованим користувачем (увійти), тому було створено обліковий запис для демонстрації роботи сервісу. Авторизуватися можна використавши логін та пароль облікового запису демонстраційного профілю:

Ім'я користувача (логін): demouser

Пароль: JyMyuC6nMdD494T

За посиланням: https://e-library.ml/accounts/login/

Подяка. Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України [3] за договором від 07.05.2021р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)»

Перелік посилань:

1. Palagin O., Velychko V., Malakhov K, Semykopna T. Transdisciplinary Intelligent Information and Analytical System for Pandemic Rehabilitation (TISP) International Journal “Information Theories and Applications”. 2021. Volume 28, Number 3. In print.

2. vHealth – Електронна бібліотека. URL: https://e-library.ml/. (Дата звернення: 30.09.2021).

3. Національний фонд досліджень України. URL: https://nrfu.org.ua/. (Дата звернення: 30.09.2021).

АЛФАВИТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Азархов О. Ю. 202
Алексеєнко Р. В. 128
Алексієвський Д. Г. 217
Анікін А. М. 41
Анищенко Л. В. 22
Антонов В. Г. 31, 46, 171
Архирей М. В. 66
Атамась В. В. 204

Б

Бабаков М. Ф. 67, 69, 111, 158, 178, 206
Бабенко В. О. 71
Безвершнюк К. О. 39, 73
Бездітко Т. В. 130
Беспалова О. Я. 229
Бєлов В. М. 29, 208
Білецька С. Є. 177
Білобородова Т. О. 131
Білошицька О. К. 30, 51, 132, 174, 189
Бородкіна Г. М. 128
Борщ А. А. 209
Будник В. М. 212, 241
Будник М. М. 210, 241
Булигіна О. В. 39
Буняєва М. 238
Бурiченко М. Ю. 73

В

Вальтер Ю. Р. 132
Васильцова Н. В. 34
Васильєва Л. В. 214
Величко В. Ю. 74, 254
Висоцька О. В. 133, 150
Волошин Ю. А. 91, 156, 226
Водоріз І. С. 156

Г

Гальчінська В. Ю. 166
Георгіянц М. А. 177
Глухова Н. В. 134
Гнатенко В. С. 31
Гнатчук Є. Г. 135
Говорущенко О. О. 137
Говорущенко Т. О. 42, 135, 137
Гонтар Т. М. 29
Гончаров В. В. 76
Горборуков В. В. 216
Гордієнко Н. О. 128, 180
Гранкіна С. С. 128, 182
Грицаюк О. В. 140
Грідасова Л. М. 145
Гуменюк В. В. 171

Д

Дацок О. М. 248
Дегтярук В. І. 77
Дегтярук Ю. В. 77
Довнарь О. 238
Дорош Н. В. 33
Дорош О. І. 33
Дробова Н. М. 206
Дрозд А. М. 66
Дудко О. Г. 188
Дядюра К. О. 240

Є

Євланов М. В. 16, 34
Євтушенко О. М. 164
Єрмакова І. Й. 140
Єрьоменко Г. В. 130

Е

Ерошенко О. А. 80

Ж

Жук М. В. 226

З

Забіло Я. С. 142, 143
Заболотна Н. І. 103
Западня К. О. 24
Зильгараева А. К. 103
Зинченко А. Н. 183
Златкіна В. В. 164
Зубченко Д. А. 144
Зюков О. Л. 30

І

Іванець О. Б. 37, 66
Ізюмкін П. І. 81
Ільканич К. І. 33

К

Кабанцева А. В. 83, 172
Каверинський В. В. 85
Карась О. В. 103
Килівник В. С. 146
Кірієнко О. М. 145, 167
Кірієнко М. О. 145
Кісельов Є. М. 86, 217
Кісельов В. Є. 86
Клименко В. А. 67, 69, 206
Кобзар Т. А. 208
Коваленко О. С. 35
Коваль С. Н. 222
Коваль С. М. 148, 150
Козак Л. М. 35, 87
Козак І. Р. 253
Козловська В. О. 29
Козяр В. В. 109, 142, 143
Кокідько Л. А. 243
Колесник К. В. 219, 222
Колеснікова О. В. 152
Колісник Д. М. 219
Коршунов К. С. 224
Косулина Н. Г. 224
Котелюх М. Ю. 154
Кофанов О. Є. 155
Кофанова О. В. 155

Кошева Л. О. 37
Кравченко П. М. 140
Кривенко Є. О. 206
Кривенко О. В. 67, 69, 206
Кривова О. А. 87
Кривоносов В. Є. 188
Критська Я. О. 131
Кротова О. Б. 175
Крячок О. С. 89
Крячок Т. В. 208
Кузовик В. Д. 39
Куліш С. М. 91, 156, 226
Кулявець В. Р. 229
Кургаєв О. П. 94

Л

Лад С. М. 180
Лашкул О. К. 66, 161
Лебедєв О. В. 237
Лебєдєва Т. С. 241
Лещенко О. Б. 41
Ло Иян 111, 158, 178
Лоза М. В. 160
Ломакін С. О. 131
Луценко В. І. 67, 69, 111, 158, 178, 206
Луценко І. В. 111, 178
Любовецький Д. А. 137

М

Макеенок А. Н. 117
Майоров О. Ю. 18, 44
Малахов К. С. 254
Малєєва А. М. 46
Марчук О. О. 214
Меденцева О. О. 169
Мельник Є. В. 230
Мельников О. В. 73
Мигаль Г. В. 49
Милославський Д. К. 148
Мисниченко О. В. 148
Міхайлова Е. А. 18
Моісєєнко Є. В. 37, 161
Монченко О. В. 96
Москаленко А. О. 42
Мудренко М. І. 231
Мусійчук Х. С. 73
М ушкет А. В. 209
Мякушко Т. О. 131

Н

Надутенко М. В. 97
Наседкін К. В. 120
Настенко Є. А. 71, 204
Некос А. Н. 100, 163
Немцова В. Д. 164
Нессонова Т. Д. 18, 44, 177
Несен А. О. 145, 166, 167, 185
Ніколаєнко А. Ю. 140
Николайчук В. І. 25
Носовець О. К. 71

О

Олійник В. П. 101, 247, 249, 251
Олійник В. М. 209, 233
Остапенко К. А. 130
Осядлий В. В. 42
Ошивалова О. О. 30

П

Павлов В. А. 71
Павлов С. В. 103
Панченко О. А. 20, 31, 46, 171, 172
Панфьорова І. Ю. 105
Паршуков Г. Д. 163
Пашкевич Н. В. 119
Пащенко Г. І. 174
Пенькова М. Ю. 222
Петренко М. Г. 106
Пивовар С. М. 175
Піль А. Є. 233
Піонтковська О. В. 206
Пісоцька Л. А. 134
Поворознюк А. И. 107
Поворознюк О. А. 107
Подаваленко А. П. 177
Поліщук О. С. 109
Попов І. В. 67, 69
Попов С. В. 237
Попова К. І. 111, 158, 178
Порван А. 238
Порван А. П. 48, 177, 183, 245
Почепецька І. О. 48
Прасол И. В. 80
Приходнюк В. В. 113
Прищепа О. Л. 131
Прогнімак А. Б. 18
Прокопович І. В. 240
Прончаков Ю. Л. 24
Протасенко О. Ф. 49
Пшеничний В. В. 67

Р

Радзішевська Є. Б. 180, 182
Радченко А. О. 152
Рак Л. И. 183
Резніченко В. В. 217
Риженко Т. М. 212, 241
Рисована Л. М. 128, 182
Рудик Ю. С. 169, 175

С

Савічева К. О. 166, 167
Самойлов В. Д. 76
Селіванова К. Г. 83
Семенових П. С. 145, 166, 167, 185

Семятічко Г.Е. 164
Сердюк І. А. 172
Сєміхова О. С. 208
Сілі І. І. 202
Скарга-Бандурова І. С. 76, 131
Скуріхін М. В. 245
Снігурська І. О. 148, 150
Сломчинський О. В. 24
Соколов В. Н. 22
Соломін А. В. 54, 81, 204
Сорочан О. М. 188
Старченко Т. Г. 150
Страшненко Г. М. 144, 148, 160, 164
Строітєлєва Н. І. 86

Т

Тарасов О. Ф. 214
Теличко Д. В. 247
Тищенко Є. О. 96
Тітенко Г. В. 100
Тітова Н. В. 243
Томашевський Р. С. 222
Тумаджані Наджафіан М. 35
Туришев К. О. 217

Ф

Файнзильберг Л. С. 115, 117
Федорович О. Є. 24
Федотенко В. В. 120, 122
Фуч О. В. 119

Х

Хвостівський М. О. 119

Ц

Циганков О. І. 145
Цуприк Г. Б. 25

Ч

Чекригіна В. С. 248
Черкіс В. І. 245
Черленюк Н. В. 208
Черниш К. Ю. 51
Чернишов В. А. 167
Чміль О. В. 249
Чорногор Л. Л. 100
Чорногор Л. Ф. 100

Ш

Шайко-Шайковський О. Г. 188
Шаріпов М. О. 53
Шатохін В. О. 251
Шерберг О. В. 54
Шкапо В. Л. 167
Шпильовий П. Б. 241
Шпинковська М. І. 253
Шпинковський О. А. 253
Шульга С. М.' 158
Шульгін В. І. 120, 122

Щ

Щенявська О. М. 185
Щербань Т. Д. 166
Щуров О. С. 254

Ю

Юшко К. О. 150

Я

Яворська Є. Б. 25
Яворський Б. І. 124
Якименко Ю. С. 185
Ярмоленко І. Ю. 189

A

Alekseienko R. 126
Andreadi A. 14

B

Barsi L. 14
Bondar P. 194
Borodkina H. 126

D

Danilova V. A. 15
Dobrorodnia H. 193
Domnenko D. 194
Drobova N. M. 60
Dubko A. G. 15
Dubrovina N. A. 28
Dubrovina V. A. 28

E

Eremenko Z. E. 200

F

Fahs M. 58
Filatova A. E. 58

G

Grigoriev A. Ya. 57
Gordiyenko E. 194

K

Kadaner A. A. 199
Kalashnikova V. I. 57
Khalturina T. O. 60
Klochko T. 64
Klochko T. O. 65
Klymenko V. A. 28, 60
Kovalov G. 194
Kuznetsova K. S. 200

L

Leshchenko Yu. 196
Levchenko A. V. 57

M

Maliarova L. 14
Marchitto N. 14
Martynenko A. 14
Matsko A. 126
Milanov M. 196
Mygal G. V. 197
Mygal V. P. 197

N

Nosov K. V. 65

O

Otchenashenko O. O. 127

P

Pasichnyk O. V. 60
Pecherska A. I. 60
Piontkovska O. V. 60

Popov A. V. 199
Protasenko O. F. 197

R

Radzishevska Ye. 126
Raimondi G. 14
Ryabovol A. 57
Rysovana L. 126, 193

S

Savin Y. N. 61, 200
Shelest S. S. 60
Shlykov V. V. 15
Shustakova G. 194
Sidorchuk E. 64

T

Taurisano S. 14

V

Vyshnyakov V. 64
Vyshnyakov V. Yu. 65
Vysotska O. 64
Vysotska O. V. 28, 57, 60, 65

Y

Yelizieva A. 196

Z

Zinchenko O. M. 65

Наукове видання

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ» (ІСМ–2021)

Відповідальні за випуск: О. В. Висоцька, А. П. Порван

Комп'ютерне верстання: А. П. Порван, Г. М. Страшненко

Підписано до друку 04.11.2021
Формат 60×84 1/8. Папір офс. Офс. друк
Ум. друк. арк. 14,40. Обл.-вид. арк. 16,25. Наклад 30 пр.
Замовлення 284. Ціна вільна

Видавець і виготовлювач
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
http://www.khai.edu
Видавничий центр "ХАІ"
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
izdat@khai.edu

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001