

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальні проблеми створення комп'ютерних систем діагностики фізических
об'єктів з використанням методів статистичної обробки даних

Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, Т. Р. Клочко

Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів

Монографія

Рекомендовано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ

КПІ ім. Ігоря Сікорського

2017

Рецензенти:

В. П. Маслов, д-р техн. наук, проф.,
Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарева НАН України

В. П. Приміський, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,
заслуж. винахідник України,
ТОВ «Автоекоприлад»

Тимчик Г. С.

- Т41 Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів : монографія / Г. С. Тимчик, В. І. Скициок, Т. Р. Кличко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 344 с.
ISBN 978-966-622-841-6

Подано результати проведених досліджень зі створення теоретичних зasad новітньої інформаційної технології діагностики стану об'єктів, яка ґрунтуються на аналітичному моделюванні основних інформаційних процесів взаємодії біотехнічних об'єктів із зовнішніми подразниками, зокрема хімічними речовинами, випромінюванням технічного обладнання.

Розглянуто інформаційні ознаки польових структур існування біотехнічних об'єктів у навколошньому середовищі під час взаємодії із зовнішніми подразниками. Визначено основні польові структури, що впливають на життєвий цикл об'єктів. Розроблено принципи дії інтегрованих систем досліджень та діагностики. Створено принципи побудови, структуру реалізації та алгоритми дії інформаційної інтегрованої системи діагностики, яка ґрунтуються на концептуальних засадах побудови основних типів відчутників польових структур.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, студентів старших курсів вищих навчальних закладів технічного напряму.

УДК 616-07:004.94+616-07+612.014:004.94

ISBN 978-966-622-841-6

© Г. С. Тимчик, В. І. Скициок, Т. Р. Кличко, 2017
© КПІ ім. Ігоря Сікорського (ПБФ), 2017

ПЕРЕДМОВА

Актуальною проблемою сучасного суспільства є значний вплив фізичних, хімічних чинників на стан біотехнічних об'єктів, що має наслідки втрати основних властивостей цих об'єктів під час їх життедіяльності. Тому вкрай важливим є створення нової концепції та нових методів математичного оцінювання впливу зовнішніх подразників на біотехнічний об'єкт (БТО).

Книга містить результати досліджень щодо створення теоретичних зasad технології діагностики стану біотехнічних об'єктів під впливом зовнішніх подразників, зокрема фармакологічних речовин, на підставі математичного моделювання основних інформаційних процесів взаємодії об'єктів із фізичними полями та хімічними речовинами. Дослідження базуються на засадах спектрального аналізу взаємодії зон присутності цих об'єктів. Виявлені основні напрямки досліджень доводять, що необхідною є орієнтація на спектральний аналіз зон присутності БТО та лікувальних засобів при їх взаємодії та оцінюванні можливих наслідків цієї взаємодії.

Наслідком є створення теоретичного підґрунтя новітньої технології інформаційної діагностики стану об'єктів, а також принципів дії систем біомедичних досліджень, що вимагає визначення режимів впливу зовнішніх подразників на зміни, які відбуваються в структурах досліджуваних біологічних об'єктів. Теоретичні засади інформаційної технології діагностики призначенні для створення нових підходів до визначення плинного стану біотехнічних об'єктів, які знаходяться під впливом зовнішніх чинників із урахуванням їх різноманіття. Таким чином можуть бути враховані впливи фізичних полів, внутрішніх патологічних чинників, існуючих екологічних подразників, випромінювань технічного обладнання, застосованих фармакологічних речовин, які діють на об'єкт.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ІСНЮЮЧІ МЕТОДИ ТА ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ

ДІАГНОСТИКИ, ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1. Засади системного підходу до діагностики функцій структур

біотехнічного об'єкта

1.2. Основні сучасні методи та засоби активного інтегрованого впливу

на об'єкт

1.2.1. Методи та засоби ультразвукової терапії

1.2.2. Технології мікрохвильової терапії та її апаратурне забезпечення

1.2.3. Лазерні технології впливу на структуру об'єкту

1.3. Сучасні методи та засоби дослідження та діагностики стану

біотехнічних об'єктів

1.3.1. Сучасна ультразвукова діагностика об'єкту

1.3.2. Методи сучасної томографії структури об'єкту

1.3.3. Метод газорозрядної візуалізації сукупних польових структур

біотехнічних об'єктів

1.3.4. Методи фотодинамічної діагностики структур об'єктів

1.3.5. Оптичні аналітичні методи та засоби діагностики стану об'єкту

1.3.6. Радіометричні методи та апаратурне забезпечення діагностики

стану біотехнічних об'єктів

1.3.7. Інформаційні технології резонансної діагностики стану

біотехнічних об'єктів

Висновки до розділу 1

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ БІОТЕХНІЧНИХ

ОБ'ЄКТІВ НА ЗАСАДАХ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЗОН ЇХ

8

9

11

13

20

20

23

28

35

35

37

38

42

45

46

49

53

54

ПРИСУТНОСТІ

2.1. Теоретичне підґрунтя побудови аналітичних моделей існування та життєдіяльності біотехнічних об'єктів

54

2.1.1. Фізико-хімічне та технічне підґрунтя існування абстрактного біотехнічного об'єкту

55

2.1.1.1. Основні базові поняття існування абстрактного біотехнічного об'єкту

56

2.1.1.2. Дослідження координат розташування біотехнічних об'єктів у просторі

59

2.1.2. Типові варіанти виникнення та побудови абстрактного біотехнічного об'єкту

65

2.1.2.1. Абстрактна та реальні поверхні структури біотехнічних об'єктів

69

2.1.2.2. Об'єм об'єкту

81

2.1.2.3. Утворення маси абстрактного об'єкту

88

2.1.2.4. Енергетичний баланс абстрактного біотехнічного об'єкту

90

2.1.2.5. Просторовий рух об'єкту

96

2.2. Засади інформаційного простору зони присутності абстрактного біотехнічного об'єкту

115

2.2.1. Екстремальні випадки в зоні присутності біотехнічних об'єктів при взаємодії із навколошнім середовищем

118

2.3. Аналітичні моделі абстрактного об'єкту. Спектральні функції

взаємодії об'єкту із навколошнім середовищем

122

2.4. Спектральні властивості абстрактного об'єкту

126

2.5. Дослідження стабільності у часі спектральної функції об'єкту під дією зовнішніх подразників. Динамічний стан абстрактного об'єкту

130

Висновки до розділу 2

134

РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНІ АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ФАРМАКОЛОГІЧНИХ

ЗАСОБІВ. ОСНОВНІ ЗАСАДИ ВЗАЄМОДІЇ ЗОВНІШНІХ

| | |
|---|-----|
| ПОДРАЗНИКІВ ПРИ ВПЛИВІ НА БІОТЕХНІЧНІ ОБ'ЄКТИ | 135 |
| 3.1 Засади взаємодії лікувальних засобів із біологічними та біотехнічними об'єктами | 135 |
| 3.2 Загальна спектральна функція хімічного чинника. Первина класифікація фармакологічних засобів за ознаками спектральної функції | 137 |
| 3.3 Ритми частин системи біотехнічних об'єктів. Дослідження динаміки впливу фармакологічних засобів на біотехнічних об'єктів | 147 |
| 3.4 Дослідження критичних випадків дії фармакологічних засобів на біотехнічний об'єкт. Основні засади теорії координат абстрактної сутності | 153 |
| Висновки до розділу 3 | 190 |
| РОЗДІЛ 4 ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ | 191 |
| 4.1 Концептуальні засади побудови основних типів відчутників інформаційно-діагностичної інтегрованої системи | 191 |
| 4.2 Загальний модульний устрій інформаційної системи інтегрованої діагностики | 214 |
| 4.2.1 Модуль визначення сумісності фармакологічних речовин із властивостями об'єкта | 217 |
| 4.3 Створення технічних рекомендацій із застосування відчутників при їх взаємодії з біотехнічними об'єктами | 225 |
| 4.3.1 Рекомендації щодо застосування відчутників світлового випромінювання при взаємодії із біотехнічними об'єктами | 242 |
| 4.4 Методика застосування засобів діагностики стану та впливу на біотехнічний об'єкт | 255 |
| 4.4.1 Методика застосування засобів лікувального впливу світловим електромагнітним випромінюванням і діагностики стану структур | |

| | |
|---|-----|
| біотехнічних об'єктів | 266 |
| 4.5 Аналітичні залежності та критерії оцінювання змін сумісних зон присутності об'єктів. Загальна векторна діаграма впливу польових структур на біотехнічні об'єкти | 274 |
| 4.6 Векторне обґрунтування критичних ситуацій взаємодії абстрактного біотехнічного об'єкту із зовнішніми полями | 289 |
| 4.7 Спектральні функції взаємодії біотехнічних об'єктів із зовнішніми подразниками | 291 |
| 4.8 Програми досліджень характеристики впливу інформаційної системи інтегрованої діагностики на об'єкт | 311 |
| 4.9 Алгоритми дії інформаційної системи інтегрованої діагностики | 316 |
| Висновки до розділу 5 | 330 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 332 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 334 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

| | |
|--|------------------------------------|
| АО - абстрактний об'єкт | абстрактній об'єкт |
| АОМ - акустооптичний модулятор | акустооптичний модулятор |
| АС - абстрактна сутність | абстрактна сутність |
| АЦП - аналого-цифровий перетворювач | аналого-цифровий перетворювач |
| АЧТ - абсолютно чорне тіло | абсолютно чорне тіло |
| АЧХ - амплітудно-частотна характеристика | амплітудно-частотна характеристика |
| БАТ - біологічно активна точка | біологічно активна точка |
| БАЗ - біологічно активна зона | біологічно активна зона |
| БО - біологічний об'єкт | біологічний об'єкт |
| БТО - біотехнічний об'єкт | біотехнічний об'єкт |
| ДНК - дезоксирібонуклеїнова кислота | дезоксирібонуклеїнова кислота |
| ЕМП - електромагнітне поле | електромагнітне поле |
| ЕМВ - електромагнітне випромінювання | електромагнітне випромінювання |
| ЕРС - електрорушійна сила | електрорушійна сила |
| ЗП - зона присутності | зона присутності |
| МРТ - мікрохвильова резонансна терапія | мікрохвильова резонансна терапія |
| НЗВЧ - надзвичайно високі частоти | надзвичайно високі частоти |
| ПЗ - панданна зона | панданна зона |
| ПЗЗ- прилад із зарядовим зв'язком | прилад із зарядовим зв'язком |
| ПО - патологічний об'єкт | патологічний об'єкт |
| ТО - технічний об'єкт | технічний об'єкт |
| ТФ - технологічний фантом | технологічний фантом |
| ФДД - фотодинамічна діагностика | фотодинамічна діагностика |
| ФДТ - фотодинамічна терапія | фотодинамічна терапія |
| ЦАП- цифро-анalogовий перетворювач | цифро-анalogовий перетворювач |
| ЦТ - центр мас | центр мас |
| ЧЕ - чутливий елемент | чутливий елемент |

ВСТУП

Актуальною завдання є проблема, пов'язана з визначенням стану об'єктів, крім їх внутрішніх структур, зовнішніх поверхонь внаслідок, наприклад, хімічних пошкоджень тощо, впливу зовнішніх подразників у вигляді хімічних полів технічних об'єктів, що призводять до подальшого виникнення підозрюваних патологічних процесів у масі об'єкта. Водночас, нагальною постає проблема створення нових інформаційних технологій діагностики хімічних патологій. Ця проблема є нагальною для суміжних відгалужень науки та медицини, має велике значення для розвитку промислового комплексу країни.

Сучасна медицина у зв'язку із розвитком і модернізацією технічних засобів має наразі більші можливості для отримання достеменної діагностики та лікування, що врешті-решт призводить до покращення стану медичного об'єкта. Але наразі відсутня фізико-математична база обґрунтування діагностики зовнішніх подразників, зокрема діагностичних та лікувальних засобів на біотехнічний об'єкт (БТО).

Отже, прогрес у розвитку новітніх методик, інтегрованих технологій та засобів дослідження полягає у створенні нового фізико-математичного підґрунтя, яке не тільки визначає стан процесів впливу в реальному часі, але й надає можливість передбачення динаміки та критичного накопичення потужності зовнішніх подразників впливу на біологічний (біотехнічний) об'єкт.

Створення сучасних систем діагностики та впливу на об'єкт вимагає оптимізації режимів роботи для підвищення ефекту лікувального впливу на об'єкт, що здійснюються в біологічних структурах, тобто підвищення ефективності використання обладнання. Отже, необхідно визначити:

- об'єкт дослідження як інформаційний процес діагностування стану біологічних (біотехнічних) об'єктів при застосуванні, хімічних (фармакологічних) речовин, фізичних полів технічних засобів;

- предмет дослідження як новітня концепція аналізу, метод і технології інформаційної діагностики стану біологічних об'єктів при їх лікуванні взаємодії з зовнішніми подразниками.

Сучасні наукові дослідження та медична практика щодо проблематики діагностики різного типу захворювань доводять доцільність та ефективність застосування електромагнітного випромінювання різного частотного діапазону. Проте ще недостатньо осмисленим з математичного погляду є процеси впливу зовнішніх подразників на біотехнічні об'єкти. Цими подразниками можуть бути не тільки медичне обладнання та його вихідні випромінювання, але й також лікарські засоби, зокрема хімічні речовини, які застосовують або окремо, або сумісно із впливом медичних пристрій. Отже, наразі йдееться про взаємодію БТО з зоною присутності технічних об'єктів. Тому загальна проблема полягає вирішенні фундаментальних питань, пов'язаних із створенням концепції побудови нових підходів до інтегрованої діагностики стану БТО.

Відомі загальностатистичні дії лікувальних засобів різного типу на БТО тобто потужність та час, але досі невизначені величини факторів позитивного та негативного впливу. Саме вирішення цієї проблеми на тлі різноманіття типів і видів БТО та певних хімічних речовин, випромінювань технічних об'єктів тощо і є фундаментальною проблемою, тобто полягає у створенні нової концепції та нових методів визначення впливу зовнішніх подразників на БТО, які базуються на аналізі спектрів взаємодії цих об'єктів.

Таким чином, є необхідним створення концептуально нових принципів діагностики стану БТО при дії зовнішніх подразників, а також визначення принципів захисту БТО від впливу зовнішніх подразників. Ці засади створяють можливість розроблення інтегрованих методів та систем для позитивного впливу фізичних полів на об'єкт та досліджень, що підвищують якість оснащення сучасними інформаційними технологіями процеси інтегрованої діагностики, а також наукові досліди плинних процесів у біотехнічних об'єктах.

РОЗДІЛ 1

ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ТА ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ, ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Сучасні методи інтегрованої діагностики досить широко застосовують процеси впливу на БТО різними фізичними полями на патологічні ділянки різних органів, на активні акупунктурні зони [1, 2] тощо. Наразі досягнуто значної ефективності регенерації та стимуляції біологічних структур організму, зокрема електромагнітним випромінюванням. Результати наукових досліджень [3, 4] свідчать про те, що, наприклад, лазерне випромінювання не є основним терапевтичним агентом на рівні організму в цілому, але усуває дисбаланс у центральній нервовій системі, що впливає на відповідні функції мозку. Це залежить від здатності можливою зміною фізіології тканин під дією випромінювання, тобто зміни їх метаболізму залежно від плинного стану об'єкту, дози впливу, що і призводить до загасання процесів патологічного характеру та нормалізації фізіологічних реакцій системи. З огляду на системний аналіз можна оцінювати ефективність керування біологічними організмами (БО) при їх опроміненні фізичними полями, наприклад лазерним випромінюванням [5] при діагностиці та лікуванні, але існують деякі розбіжності в визначенні реакцій структур на зовнішні подразники. Проте питання щодо системного уявлення процесів діагностики, а також регенерації та стимуляції організму зовнішніми подразниками і досі є важливою задачею дослідників, лікарів, проектувальників, оскільки саме цей підхід може надати загального розуміння взаємодії структур організму, можливості моделювання процесів та оптимізації застосованих режимів роботи медичного обладнання.

Отже, при стимуляції дії організму, наприклад, використовуються фізичні поля різного походження, наприклад випромінювання низької інтенсивності, зокрема когерентне, енергетичні параметри якого не ушкоджують системні структури БТО. Виникає активація процесів життєдіяльності організму.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фізичні методи в лікуванні та медичній реабілітації хворих та інвалідів / І. З. Самосюк, М В. Чухраєв, С. Т. Зубкова та інш.; під ред. І. З. Самосюка. – К.: Здоров'я, 2004. – 624 с.
2. Сосин И. Н. Клиническая физиотерапия. – К.: Здоров'я, 1996. – 623 с.
3. Дастандерді А. Х. М., Клочко Т. Р. Системне уявлення фоторегенерації структур організму // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2012. – Вип. 44. – С. 153 – 159.
4. Рассохин В.Ф. Лазерная терапия в неврологии: монография. – К.: Здоров'я, 2001. – 128 с., ил.
5. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением. Москвин Сергей Владимирович. Тула, спец. ВАК 05.13.01, д-р биол. наук, 2008.
6. Клочко Т.Р. Стимуляція регенерації біологічних структур випромінюванням фізіотерапевтичних приладів серії «ПРОМІНЬ» / А.Х.М. Дастандерді, В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко та інш. // Фотобіологія та фотомедицина. - 2010. № 3(4). – С. 102-105.
7. Голопура С. І. Експериментальні дослідження впливу інтегрованого когерентного випромінювання на показники крові телят / С. І. Голопура, О. Скиба, Дастандерді А.Х.М. та інш. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2011. – Вип. 41. – С. 161-167.
8. Тимчик Г.С. Интегрировані фізіотерапевтичні системи ТОНТОР: монографія / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 216 с., іл.
9. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем: Справочник. – К.: Наукова думка, 1977.
10. Математическое моделирование биологических процессов: Материалы IV школы по математическому моделированию / Отв. ред. Молчанов А.М. – М.: Наука, 1979.
- 11.Юсупов Г.А. Энергоинформационная медицина. – М.: ИД «Московские новости», 2000. – 336 с.
- 12.Пат. 38906 Україна. Універсальний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Осадчий О.В., Рудик В.Ю., Стельмах Н.В. – Заявка u200810061; заявл. 04.08.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.
- 13.Пат. 40266 Україна. Багатофункціональний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Перунін Р. – Заявка u200813838; заявл. 01.12.2008; опубл. 25.03.2009, Бюл. № 6.
- 14.Пат. 53876 Україна. Автоматизований багатофункціональний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Кирилова А.В. - u201003416; заявл. 24.03.2010; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 6.
- 15.Яненко О.П. Мікрохвильова терапія: апаратурне забезпечення та технології лікування / О.П. Яненко , С.М. Перегудов , І.В. Федотова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2010.– Вип. 40. – С. 151 – 159.
- 16.Ситько С.П. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины / С.П. Ситько, Ю.А. Скрипник, А.Ф. Яненко ; под общ. ред. С.П. Ситько. – К. : ФАДА, ЛТД, 1999. – 199 с.
- 17.Сборник методических рекомендаций и нормативных актов микроволновой резонансной терапии / Биняшевский Э.В., Грубник Б.П., Дерендяев С.А. и др. – К.: Обериг, 1997. 127 с.
- 18.Яненко О.П. Електронна апаратура лікувально-діагностичних технологій : навчальний посібник / О.П. Яненко , В.П. Куценко, С.М. Перегудов . – Донецьк : ІПШ «Наука і освіта», 2011. – 212 с.
- 19.Перегудов С.Н. Применение низкотемпературных генераторов шума в практической медицине / С.Н. Перегудов, Е.Н. Горбань, Б.П. Грубник и др. // Український журнал медичної техніки і технологій. – 2005. – № 1-2. – С.16 – 23.
- 20.Коробов А. М. и др. Фотонный полихромный аппарат «Барва-ПХ/252У» для профилактики наиболее распространенных заболеваний дошкольников,

- школьников и студентов // Фотобіологія та фотомедицина. – 2009. – № 1. – С. 78-81
21. Дастандерді А.Х.М. Стимуляция регенерации біологічных структур випромінюванням фізіотерапевтичних приладів серії «ПРОМІНЬ» / А.Х.М. Дастандерді, Т.Р. Клочко, В.І. Скицюк, С.І. Голопура // Фотобіологія та фотомедицина. - 2010. - № 3(4).
22. Москвин С. В. Основы лазерной терапии: монография / С. В. Москвин, В. А. Буйлин. – М. – Тверь : ООО Изд-во «Триада», 2006. - 256 с.
23. Гейниц А.В. Внутреннее лазерное облучение крови / А. В. Гейниц, С. В. Москвин, Г. А. Азизов. – М. - Тверь : ООО «Издательство «Триада», 2006. – 144 с.
24. Петросян В. И. Роль резонансных молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В. И. Петросян, Н. И. Синицын, В. А. Елкин и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2001. – № 5 - 6. – С. 62 – 129.
25. Клочко Т. Р. Резонансные процессы при взаимодействии биотехнических объектов / Т. Р. Клочко, В. И. Скицюк, А. И. Андриенко. / 9-я Международная научно-техническая конференция «Quantum Electronics» (QE'2013), 2013 г., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
26. Клочко Т. Р. Физиотерапевтический метод комплексного воздействия на рубцовые ткани БТО / Т. Р. Клочко, А. Х. М. Дастандерди, В. Ф. Рассохин // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2006. – Вип. 32. – С. 140 -147.
27. Патент № 61013 на корисну модель Україна, МКП A61N 5/06. Спосіб профілактики і лікування рубцевих утворень / Скицюк В.І., Клочко Т.Р., Дастандерді А.Х.М. Заявл. 05.11.2010. Опубл. 11.07.2011. Бюл. № 13.
28. Куценок В.В. Фотодинамическая терапия злокачественных опухолей / В.В. Куценок, Н.Ф. Гамалея // Онкология. – 2003. – Т.5, №1. – С. 69-72.
29. Зыкин Б.И. Эластография: анатомия метода / Б.И. Зыкин, Н.А. Постнова, М.Е. Медведев // Променева діагностика, променева терапія — 2012. — № 2-3. — С. 107 - 113.
30. Bai M. et all., Virtual touch tissue quantification using acoustic radiation force impulse technology: initial clinical experience with solid breast masses // J. Ultrasound Med., 2012, 31, 2, 289-94
31. Chang J. Breast Mass Evaluation: Factors Influencing the Quality of US Elastography/ Chang J. et all. // Radiology. — 2011. — P. 259-264.
32. Navarro B. Role of Elastography in the Assessment of Breast Lesions: Preliminary Results / B. Navarro et all. // JUM. — 2011. — Vol. 30, № 3. — P. 313-323.
33. Францевич К. А. Соноеластографія як методика в алгоритмі діагностики патологічних утворень грудної залози // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2013. – Вип. 45. – С. 180 – 190.
34. Францевич К. А. Можливості магнітного резонансу в візуалізації колатерального кровообігу // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2007. – Вип. 34. – С. 337-148.
35. Коломієць Р.О. Генератор для газорозрядної візуалізації сукупної польової структури біологічних об'єктів // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2005. – Вип. 30. – С. 337-148.
36. Бецкий О.В. Биофизические эффекты волн терагерцового диапазона и перспективы развития новых направлений в биомедицинской технологии: терагерцововая терапия и терагерцововая диагностика / О.В. Бецкий, А.П. Креницкий и др.// Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2003. – № 12. - С.3-6.
37. Холін В. В. Методи контролю динаміки вмісту фотосенсибілізатора в пухлинній тканині за допомогою спектрометричної техніки / В. В. Холін, О. М. Чепурна, П. В. Єрмак та інш. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2013. - Вип. 45. – С. 190-197.