



**ТЕРЕЩЕНКО Микола Федорович** - канд. техн. наук, доцент кафедри виробництва приладів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Науковими інтересами є дослідження впливу фізичних полів і сигналів на біологічні тканини та розробка методів і засобів фізіотерапії та метрології. Автор понад 250 наукових публікацій та 75 патентів.



**ТИМЧИК Григорій Семенович** - докт. техн. наук, професор, декан приладобудівного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Науковими інтересами є: створення спеціалізованих лазерних інформаційно-вимірювальних систем для контролю технічного стану і параметрів динамічних об'єктів, створення нового класу спектрально-кореляційних систем на основі пасивних резонаторів Фабрі-Перро для оперативного контролю параметрів якості деталей і стану технологічного обладнання у прецизійному приладобудуванні. Автор понад 463 наукових публікацій, 43 наукових монографій та підручників, і 78 винаходів.



**ЧУХРАЄВ Микола Вікторович** - канд. техн. наук, доктор наук в області медичної психології, директор ТОВ «Науково-методичний центр «Медитех». Науковими інтересами є: дослідження і розробки в галузі природничих наук, медичної психології, а також методів та засобів медичного приладобудування для фізіотерапії, медичної реабілітації та косметології. Автор понад 107 наукових публікацій, 42 монографій та 57 винаходів.



**КРАВЧЕНКО Анатолій Юрійович** - аспірант кафедри виробництва приладів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Науковими інтересами є дослідження впливу ультразвуку на біологічне середовище та адантивні апарати ультразвукової терапії. Автор 14 наукових публікацій та 3 патентів.

## Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої

**М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик,  
М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко**

## Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої



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

**М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик,  
М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко**

## **Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої**

*Монографія*

*Рекомендовано Вченою радою  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

2018

УДК 615.831.7+615.849.11

ББК

Т41

*Рекомендовано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 02 від 12.02.2018 р.)*

**Рецензенти:**

*А. Г. Мисюра, д-р біол. наук,*

Інститут прикладних проблем фізики та біофізики НАН України.

*Ю. Ф. Тесик, д-р техн. наук,*

Інститут електродинаміки НАН України

**Відповідальний редактор**

*В. С. Антонюк, д-р техн. наук, проф.,*

Національний технічний університет України "Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої:** монографія /  
М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, М. В. Чухраєв, А.Ю. Кравченко - Київ: КПІ  
ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 181 с., іл.

**ISBN**

В монографії переставлені теоретичні засади дії акустичних коливань на біологічне середовище, дослідження особливостей зміни стану, як об'єкта впливу, так і параметрів ультразвукових коливань та систематизовані матеріали з реакції біологічного об'єкта на ультразвук. Запропонована модель взаємодії ультразвуку з біологічною тканиною, показані результати математичного моделювання і експериментальних досліджень.

Наведено результати досліджень у напрямку медичного приладобудування, а саме – принципам побудови ультразвукових фізіотерапевтичних апаратів та систем, методам підвищення ефективності їх роботи, контролю та вимірювання параметрів ультразвукових випромінювачів. Розглянуто конструкції акустичних датчиків та методику розрахунку їх параметрів. Значна увага приділена структурним особливостям побудови апаратів, підвищенню ефективності та адаптації параметрів до дії ультразвуку.

Книгу розраховано на наукових та інженерно-технічних працівників, спеціалістів медичного приладобудування та фізіотерапії, а також студентів та аспірантів вищих навчальних закладів з технологічного та інженерно-медичного напрямку підготовки.

УДК 615.831.7+615.849.11

ББК

© М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик,  
М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко, 2018

© КПІ ім. Ігоря Сікорського (ПБФ), 2018

ISBN

## Зміст

ПЕРЕДМОВА.....	5
<b>РОЗДІЛ I. АКУСТИЧНІ КОЛИВАННЯ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Загальні відомості про акустичні коливання .....	6
1.2. Ультразвукові коливання .....	7
1.3. Дія ультразвукових коливань на біологічні тканини .....	12
1.4. Ультразвукова терапія.....	15
1.5. Реакція біологічного об'єкта на ультразвук.....	17
1.6. Кількісна оцінка ефективності впливу ультразвуку на біологічні структури .....	25
1.7. Аналітична оцінка взаємодії ультразвуку з клітиною .....	32
1.8. Зміни товщини мембрани клітини під впливом УЗ.....	32
1.9. Розподіл температури в біологічній тканині при дії ультразвуку ..	33
1.10. Математична модель взаємодії ультразвуку з біологічною тканиною .....	35
1.11. Експериментальні дослідження дії ультразвуку на біологічні тканини.....	35
1.12. Моделювання адаптивного зворотного зв'язку для апаратів УЗ терапії.....	39
1.13. Вплив ультразвуку терапевтичних інтенсивностей на кластерну структуру дистильованої води .....	45
<b>РОЗДІЛ II. УЛЬТРАЗВУКОВІ ФІЗИОТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ.....</b>	<b>52</b>
2.1. Механізми фізіологічного та лікувального впливу ультразвуку на організм людини .....	54
2.2. Класифікація систем ультразвукової терапії і діагностики .....	55
2.3. Принципи побудови та основні структурно-функціональні схеми апаратів ультразвукової терапії .....	76
2.4. Методи та пристрої підвищення ефективності роботи УЗТ .....	81
2.5. Способи контролю та моніторингу параметрів в апаратах УЗТ.....	88
2.6. Способи контролю та вимірювання параметрів ультразвукових випромінювачів .....	100
2.7. Класифікація комбінованих фізіотерапевтичних апаратів.....	103
<b>РОЗДІЛ III. ДАТЧИКИ АКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ .....</b>	<b>106</b>

3.1. Методи генерації ультразвукових хвиль .....	106
3.2. Розробка конструкції акустичного перетворювача .....	109
3.3. Конструктивні особливості різних типів акустичних перетворювачів .....	110
3.4. Принципи побудови та особливості використання випромінювачів .....	120
3.5. Особливості ультразвукового перетворювача .....	127
3.6. Еквівалентна електромеханічна схема перетворювача .....	128
3.7. Розрахунок коливальної системи. Вибір п'єзокераміки.....	131
3.8. Визначення резонансних розмірів п'єзоперетворювача .....	133
3.9. Розрахунок елементів армуючого пристрою .....	134
3.10. Визначення максимальної амплітуди коливальної швидкості ...	135
3.11. Визначення електричних параметрів перетворювача .....	136
3.12. Вимоги безпеки в ультразвуковій терапії .....	137
<b>РОЗДІЛ IV. АДАПТИВНІ УЛЬТРАЗВУКОВІ ТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ .....</b>	<b>138</b>
4.1. Адаптивна ультразвукова терапія з управлінням по системі нечіткої логіки .....	139
4.2. Принципи роботи ультразвукової фізіотерапевтичної системи з управлінням по параметрам пульсової хвилі .....	142
4.3. Апарати УЗТ із контролем акустичного контакту та температури .....	148
4.4. Принципи побудови вискоєфективних апаратів ультразвукової терапії з адаптивним контролем .....	157
4.5. Метрологічні установки .....	169
4.5.1. Алгоритми технічного обслуговування .....	171
4.5.2. Розробка контрольовано-вимірювального стенду .....	172
<b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>173</b>

## ПЕРЕДМОВА

Головним завданням розвитку сучасних фізіотерапевтичних апаратів, а саме ультразвукових терапевтичних апаратів є аналіз результатів численних експериментальних досліджень з практичного використання ультразвуку (УЗ) в медицині з позиції сучасної біофізичної акустики, а також оптимізація відомих апаратних реалізацій ультразвукового терапевтичного обладнання на основі отриманих результатів сучасних досліджень.

Центральною проблемою вдосконалення апаратів ультразвукового терапевтичного напрямку незмінно лишається питання контролю дозування ультразвукового впливу під час лікувальної процедури. Дане питання має основні аспекти:

- гарантований контакт випромінювача з біологічною тканиною;
- метод оцінювання впливу УЗ сигналу на біологічні тканини;
- адаптивне налаштування заданих параметрів під час процедури.

Автори відзначають суттєвий внесок Кирилової А.В. в проведені експериментальних досліджень впливу параметрів ультразвуку на біологічну тканину виконаних в 2008 - 2011 роках. Розділи 1, 2, 3 - написані авторами спільно, розділ 4 написаний Кравченко А. Ю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. Глав. ред. И.П. Голямина.- М.: Советская энциклопедия, 1979. -400 с., илл.
2. Аппарат для физиотерапии комбинированный МИТ-11 [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://www.medintex.com/apparat-dlya-fizioterapii-kombinirovannyj-mit-11> (дата звернення 16.09.2017)
3. Гончарук В. В. Обнаружение неоднородностей водной среды / В. В. Гончарук А. Ю. Курлянцева, В. В. Таранов // Журнал химии воды и технологии. - 2014 - Т. 36, № 5. - с. 205 - 210.
4. Филипович Ю. Б. Основы біохімії: учбовий посібник / Филипович Ю. Б. - М.: Агар, 1999. - 512 с.
5. Акопян В. Б. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии: Учеб.пособие / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.- 224 с.
6. Коваленко В. Ф. Влияние акустических волн на структурные свойства воды/ В. Ф. Коваленко, В. В. Глазкова //Сборник тезисов докладов конференции Херсонского национального технического университета.– 2007, №04. - С. 1-13.
7. Физиотерапия: Учебник. — М.: Медицина, 1995. — 240 с.
8. Применение ультразвука в медицине: Физические основы / Пер. с англ. под ред. Хилла.- М.: Мир, 1989.- 568 с.
9. Пономаренко Г. Н. Биофизические основы физиотерапии: Учебное пособие / Пономаренко Г. Н., Турковский И. И. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2006. – 176 с.
10. Акопян В.В. Пороги биологического действия ультразвука по электронно-физическим характеристикам клеточных мембран // Всесоюз. симпоз : Тез. докл, Пущино, 1979.- С. 22-23.
11. Пулатов Р.П., Кобахидзе З.В. Физиотерапевтические аспекты применения УЗ // Ультразвук в физиологии и медицине: Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф.- Ташкент, 1980.- С. 11-12.
12. Миллер Е., Хилл К. Применение ультразвука в медицине. Физические основы. – М.: Мир, 1989. – 568 с.
13. Чиркин В.А. Биохимические механизмы терапевтического действия ультразвука // Вопросы физиотерапии, курортологии и реабилитации.- Мн., 1976.- с. 170-171.
14. Ahmadi, F., McLoughlin, I. V., Chauhan, S.& ter-Haar, G(2012). Bio-effects and safety of low-frequency ultrasonic exposure. Progress in biophysics and molecular biology, 108, 119 – 138.

15. Красильников В.А. Введение в физическую акустику/ Красильников В.А., Крылов В.В. – М.: Наука, 1984. – 403 с.
16. Костюк П. Г. Биофизика. – К.: Высш. шк., 1988. – 504 с.
17. Новиков А. А. Оценка влияния электроакустических параметров ультразвукового пьезоэлектрического излучателя продольного типа на его основные частотные характеристики // Омский научный вестник. – Омск, 2008.- №2.-с. 96 - 102.
18. Фёдорова В. Н. Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. Учебное пособие/ Фёдорова В. Н., Фаустов Е. В.-М.: ГОУ ВПО «ММА им. И.М. Сеченова»: «ГЕОТАР-Медиа», 2009.– 592 с.
19. Терещенко М. Ф. Принципи побудови сучасних ультразвукових терапевтичних апаратів./М. Ф. Терещенко, А. В. Кирилова // Вісник НТУУ «КПІ». – 2010. - №40. – С.136-143.
20. Давыдов А. С. Биология и квантовая механика. – К.: Наук. думка, 1979. – 296 с.
21. Терещенко М.Ф. Оцінка впливу ультразвукового сигналу на біологічні тканин. Частина 1/ М. Ф. Терещенко, А. В. Кирилова // Вісник НТУУ «КПІ». – 2010.-№39. – С.130-136.
22. Антонов В. Ф. Мембранный транспорт./ В. Ф. Антонов//Соросовский образовательный журнал.- 1997.-№6. – С.14-20.
23. Механічні коливання і хвилі: Конспект лекцій/ В. М.Ігнатенко.- Суми: Вид-во Сум ДУ, 2007.- с. 89.
24. Kurylova, A., Tereshchenko, N., (2011) Estimation of ultrasound influence on biological tissue. XIII International PhD Workshop OWD 2011, Conference Archives PTETIS, (pp. 319—323). Wisla.
25. Пат. 53876 Україна. Автоматизований багатофункціональний пристрій для ультразвукової терапії/ Терещенко М.Ф., Кирилова А.В.- № u 2010 03416 ; заявл. 24.03.2010 ; опубл. 25.10.2010, Бюл. №6.
26. Junge D. (1981) Nerve and Muscle Excitation. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
27. Терещенко М. Ф. , Кирилова А.В. Вимірювання, контроль та аналіз дії ультразвуку на біологічний об'єкт температурним методом. / Актуальні проблеми біомедичної інженерії. - Матеріали IV-го Міжнародного радіоелектронного форуму. Прикладна радіоелектроніка. Стан та перспективи розвитку. – 18- 21 жовтня 2011. Харків. – С. 123–126.
28. Ревин В. В. Биофизика: Учеб/ В. В. Ревин, Г. В. Максимов, О. Р. Кольс; Под ред. проф. А. Б. Рубина. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 156 с.



29. Пушкарева А. Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани. / А. Е. Пушкарева. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 43 с.
30. Терещенко М. Ф. Дослідження параметрів впливу ультразвукового сигналу на біологічні структури / М. Ф. Терещенко, А. В. Кирилова. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування.. – 2011. – №41. – С. 136–143.
31. Пат. 66118 Україна. Автоматизований багатофункціональний апарат ультразвукової терапії/Тимчик Г. С., Терещенко М. Ф., Кирилова А. В.- и 201106659 ; заявл. 27.05.11 ; опубл. 26.12.2011, Бюл. №24.
32. Niemz M. H. Laser – Tissue Interactions: Fundamentals and Applications. / M. H. Niemz. – Berlin, 1996. – 305 с..
33. Украина должна обеспечивать себя медтехникой отечественного производства на 40-50% [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://news.liga.net/news/N0747383.html> (дата звернення 16.09.2017).
34. Пат. 44206 Україна. Апарат для ультразвукової терапії /Терещенко М.Ф., Чубара А.- № и 2009 03338 ; заявл. 07.04.2009 ; опубл. 25.09.2009, Бюл. №18.
35. Самосюк И. З. Основные принципы комбинированного и сочетанного применения лечебных физических факторов. / И. З. Самосюк. // «Курорты и санатории Украины». – 2010. – №1. – С. 45–67.
36. Пат. 38906 Україна. Універсальний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Осадчий О.В., Рудик В.Ю., Стельмах Н.В.-№ и2008 10061 ; заявл. 04.08.2008 ; опубл. 26.01.2009, Бюл. №2.
37. Пат. 40266 Україна. Багатофункціональний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Перунін Р.-№ и2008 13838 ; заявл. 01.12.2008 ; опубл. 25.03.2009, Бюл. №6.
38. Холодов Ю. А. Магнитные поля биологических объектов. / Ю. А. Холодов, А. Н. Козлов, А. М. Горбач. – М.: Наука, 1987. – 145 с.
39. Донской А. В. Ультразвуковые электротехнологические установки / А. В. Донской, О. К. Келлер, С. Г. Кратыш. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
40. Вироби медичні електричні. Частина 2-5. Додаткові вимоги щодо безпеки апаратів ультразвукової фізіотерапії (EN 60601-2-5:2000, IDT): ДСТУ EN 60601-2-5:2015. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2016.– 7 ст. – (Національний стандарт України).
41. Пат. 80123 Україна, МПК (2013): А61N 1/00, А61N 7/00, А61N 23/00. Спосіб контролю параметрів ультразвукового випромінювання / Терещенко М. Ф., Мережаний Ю.Е.,Тюпа А.О.опубл.13.05.2013,Бюл. №9.

42. Терещенко М.Ф. Дослідження електропровідності біологічних тканин / Терещенко М.Ф., Цапенко В.В., Чухраєв М.В. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2017.-№53(1) .-С. 87-94.
43. Терещенко М.Ф. Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об'єкт лазерним випромінюванням / Терещенко М.Ф., Якубовський С.П. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2012.-№ 44 .-С. 141-148.
44. Рудик В.Ю., Терещенко М.Ф., Рудик Т.О. Спосіб адаптивної магнітотерапії // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2016.-№51(1) .-С. 139-144.
45. Утямышева Р. И. Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей / Р. И. Утямышева, М. Враны. – М.: Энергоатомиздат, 2003 – 384 с
46. Терещенко М.Ф. Вплив ультразвуку терапевтичних інтенсивностей на кластерну структуру дистильованої води / Терещенко М.Ф., Кравченко А.Ю., Чухраєв М.В., Курлянцева А.Ю.// Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2016.-№51(1) .-С. 126-131.
47. Катона З. Электроника в медицине: Пер. с венг. / Под ред. Н.К.Розмахина - Мн.: Медицина 2002. - 140с.
48. Офіційний сайт підприємства «МедТеКо» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.medtesco.ru>. (дата звернення 16.09.2017).
49. Офіційний сайт підприємства «Метромед» НВП [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.metromedmm.ru>. (дата звернення 16.09.2017).
50. Офіційний сайт підприємства «BTL Medicaltechnologies» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.btlnet.com>. (дата звернення 16.09.2017).
51. Офіційний сайт підприємства «CHATTANOGA GROUP» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.djoglobal.com>. (дата звернення 16.09.2017).
52. Офіційний сайт підприємства «gboMedizintechnik AG» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gbo-med.de/>. (дата звернення 16.09.2017)
53. Офіційний сайт підприємства «Радмір» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://radmir.kharkov.com/ua> (дата звернення 16.09.2017).
54. Офіційний сайт підприємства «Завод «Квант» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://kvant-ukr.org> (дата звернення 16.09.2017).

55. Офіційний сайт підприємства «Біомед» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://biomed.ua> (дата звернення 16.09.2017).
56. Пат. 85486 U Україна, МПК (2013): A61N 1/02 (2006.01) A61N 1/32 (2006.01) A61N 23/00 Універсальний апарат для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Клименко С. О., Олійник Є. В.// Опубл. 25.11.2013, Бюл. №22.
57. Пат. 67413 U Україна, МПК (2012.01) A61N 1/00 A61N 7/00 A61N 23/00 Спосіб моніторингу температури нагрівання хвилеводу-інструмента під час процедури фізіотерапії / Терещенко М.Ф., Мережаний Ю. Г., Тюпа А. О.// Опубл. 27.02.2012, Бюл. №4.
58. Пат. 57140 U Україна, МПК (2011.01): A61N 7/00 Універсальний багатофункціональний апарат ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Кулик З. В., Терещенко М. М. // Опубл. 10.02.2011, Бюл. №3.
59. Пат. 103650 U Україна, МПК (2015.01): A61N 7/00 A61N 23/00 Апарат ультразвукової терапії/ Терещенко М.Ф., Чухраєв М. В., Кравченко А. Ю., Паткевич О. І. - опубл. 25.12.2015, Бюл.№ 24.
60. Каменских Т. Г. Магнитотерапия// Т. Г. Каменских, Ю. М. Райгородский.-Саратов: 2004.-113с.
61. Пат. 47243 (13) U Україна, МПК (2009): A61B 5/0408 A61B 8/00 П'єзоперетворювач для реєстрації біопотенціалів / Терещенко М.Ф., Шульга Д. М. - опубл. 25.01.2010, Бюл.№ 2.
62. Пат. 72954 U Україна, МПК (2012.01): A61B 5/0408 (2006.01) A61B 8/00 Універсальний первинний перетворювач / Терещенко М.Ф., Громовий М. Ю., Мережаний Ю. Г. - опубл. 10.09.2012, Бюл.№ 17.
63. Пат. 109162 U Україна, МПК: H01L 41/083 (2006.01) П'єзоелектричний випромінювач плоскої ультразвукової хвилі / Терещенко М.Ф., Тимчик Г. С., Чухраєв М. В., Цокота М. В. - опубл. 10.08.2016, Бюл.№ 15.
64. Пат. 97053 U Україна, МПК (2015.01): H04R 17/00 A61N 7/00 Ультразвуковий перетворювач для фізіотерапевтичних апаратів / Терещенко М.Ф., Румбешта В. О., Держук В. А., Матюх Т. В., Чупіка Б. С. - опубл. 25.02.2015, Бюл.№ 4.
65. Пат. 109161 U Україна, МПК (2016.01): A61N 1/32 (2006.01) A61N 2/00 A61N 2/02 (2006.01) Комбінований фізіотерапевтичний випромінювач / Терещенко М.Ф., Чухраєв М. В., Цапенко В.В.опубл.10.08.2016 Бюл.№ 15.
66. Жук А. Ю. Адаптивные системы управления / А. Ю. Жук. // Электронный журнал «Молодежный научно-технический вестник» ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н. Э. Баумана». – 2005. – №1. – С. 11 – 19.

67. Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы.– М.: 2003.- 279 с.
68. Nakan I., Sema A. (2011). The design of ultrasonic therapy device via fuzzy logic. Expert systems with applications, 38, 7342-7348.
69. Peng P., Yang L., Zhangyong L., ...& Yu P. (2017) Design of an ultrasonic physiotherapy system with pulse wave feedback control. Technology and Health Care, 25, 305 – 315.
70. Пат. 70839 Україна. Ультразвуковий автоматизований терапевтичний апарат/ Терещенко М.Ф., Паткевич О. І., Красножан А. Ю.- опубл. 25.06.2012, Бюл.№ 12.
71. Пат. 91162 U Україна, МПК (2014.01): А61N 7/00 А61Н 23/00 Ультразвукова автоматизована терапевтична система / Терещенко М.Ф., Паткевич О. І., Кравченко А. Ю.- опубл. 25.06.2014, Бюл.№ 12.
72. Беркутов А.М.Техника комплексной магнитотерапии в XXI веке / А.М.Беркутов, В.И.Жулев, В.Г.Кряков, Е.М.Прошин // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. -2001, № 7. - С. 6-13.
73. Улащик В.С. Биосинхронизированная физиотерапия: общие основы, использование и перспективы развития. / В. С. Улащик // Здоровоохранение, 2008. – №5. - С. 13-18.
74. Терещенко М.Ф. Безконтактний температурний метод контролю впливу поля при магнітотерапії / Терещенко М.Ф., Рудик В.Ю., Терещенко С.М. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.- 2012.-№43.-С. 147-153.
75. Кончугова Т. В. Основные достижения и направления развития аппаратной физиотерапии / Т. В. Кончугова. Э. М. Орехова, Д. Б. Кульчицкая // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры, 2013, №1. - С. 26-31.
76. Улащик В. С. Общая низкочастотная магнитотерапия в комплексном лечении больных артериальной гипертензией. / В. С. Улащик Е. И. Золотухина, А. В. Хапалюк // Здоровоохранение, 2005 -№ 3.-С. 17-20.
77. Пат. 88902 Україна, МПК (2013) А61Н 7/00 А61Н 23/00, А61Н 1/00 Автоматизований багатофункціональний апарат магнітофототерапії / Тимчик Г.С., Терещенко М.Ф., Рудик В.Ю., Кирилова А.В. – Опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7.
78. Измеритель мощности и частоты ультразвуковых излучений терапевтических аппаратов портативный «ИМУТАП» / Технический паспорт.- «Ростест-Москва».- 2005, 5с.
79. Золотухина Е.И. Основы импульсной магнитотерапия. Справочное пособие./Е. И. Золотухина , В. С. Улащик, Витебск, 2008.- 144с

80. Терещенко М.Ф. Багатофункціональні фізіотерапевтичні апарати комплексної дії / Терещенко М.Ф., Кулик З.В.. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2010.-№40.-С. 159-165.
81. Алгоритм автоматизованого оцінювання впливу ультразвуку на біологічну тканину / Г. С.Тимчик, М. Ф. Терещенко, А. В. Кирилова, В. Ю. Рудик. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2013. – №5. – С. 98–102.
82. Пат. 97052 U Україна, МПК (2015.01): H04R 17/00, A61B 8/00 Ультразвуковий перетворювач для діагностичних медичних приладів / Терещенко М.Ф., Румбешта В. О, Матюх Т.В. опубл. 25.02.2015 Бюл.№ 4.
- 83.Тимчик Г. С. Система температурного контролю в магнітотерапії / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, В. Ю. Рудик. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2013. – №1. – С. 111–116.
- 84.Тимчик Г. С. Біокерована система магнітофонотерапії на основі оцінки фізіологічних показників людини / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, В. Ю. Рудик. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2014. – №1. – С. 85–92
- 85.Терещенко М. Ф. Адаптивні ультразвукові терапевтичні апарати / М. Ф. Терещенко, А. П. Васько. // Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів. Матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції. – 2016. – №1. – С. 91–92.
86. Клименко С.О. Дослідження показників, які впливають на якість зображення при ультразвуковій діагностиці біологічних тканин/ Клименко С.О.,Єкімов І.Д., Терещенко М.Ф., Тимчик Г.С. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2015.-№49(1) .-С. 180-185.
87. Терещенко М.Ф. Розширення інформаційних можливостей сучасних ультразвукових діагностичних систем / Терещенко М.Ф., Румбешта В.О., Матюх Т.В.. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2015.-№49(1).-С. 108-112.
88. Терещенко М.Ф. Принципи побудови універсальних магніто-фізіотерапевтичних апаратів / Терещенко М.Ф., Пищик М.В.. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2008.-№36.-С. 118-126.
89. Луговской, А.Ф. Ультразвуковая кавитация в современных технологиях. / А.Ф. Луговской, Н.В.Чухраев. - К.: «НМЦ Мединтех, 2011, 245 с.
90. Чухраев Н.В. Сочетанное применение магнитных полей, ультразвуковых волн и оптического потока в клинической и курортной практике. Научно-методические материалы по применению аппарата МИТ-31 / Медицинские инновационные технологии/ Дубна. – 2016. – 340 с.

91. Chukhraiev N.V., Vladimirov A.A., L.Vilcahuaman, W. Zukow, Samosyuk N.I., Chukhraieva E., Butskaya L.V. Application of ultrasonic waves, magnetic fields and optical flow in rehabilitation./ Kiev Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education Pontifical Catholic University of Peru Radomsko High School SCM «Medical Innovative Technologies». 2017. – 324 p.

Наукове видання

**Терещенко** Микола Федорович

**Тимчик** Григорій Семенович

**Чухраєв** Микола Вікторович

**Кравченко** Анатолій Юрієвич

**Ультразвукові фізіотерапевтичні  
апарати та пристрої**

Монографія

*В авторській редакції  
Надруковано з оригінал-макета замовника*

Темплан 2018 р., поз.