

Розробка технології ехоскринінгу новонароджених для діагностики захворювань органа слуху

Разработка технологии эхоскрининга новорожденных для диагностики заболеваний органа слуха

Development of technology of echoscreening of newborns for diagnostics of diseases of an ear

1. Номер державної реєстрації теми - 0109U000452.

2. Науковий керівник - д.т.н., доц. Лисенко О.М., Лысенко А.Н., Lysenko Oleksandr M.

3. Суть розробки, основні результати

(укр.)

Запропоновано нову комплексну математичну модель органа слуху людини, яка враховує структурно-фізіологічні властивості вуха новонародженої дитини, що дозволило провести моделювання об'єкту дослідження та відтворити процедури проходження і генерації в ньому ехо-сигналів отоакустичної емісії. Визначено шляхи удосконалення та синтезовано нову патентоспроможну структуру ехоскринера, що досягається шляхом реалізації бездротового інтерфейсу, застосування сучасних DSP технологій, аудіокодека, функціональних перетворювачів та розроблення необхідного програмного забезпечення. Синтезовано моделі сигналів викликані затриманої отоакустичної емісії і на частоті продукту спотворення та створено нову модель композитного сигналу із завадами біоелектричного походження і на частоті мережі живлення, що дало можливість провести моделювання процесів в тракті вимірювання ехоскринера на основі розробленої його Simulink-моделі, а також визначити оптимальні параметри ланок вимірювального каналу в залежності від точності та швидкодії засобу. Запропоновано оригінальну конструкцію акустичного зонду ехоскринера та обґрунтовано вибір його функціональних перетворювачів. Розроблено схемотехнічні і алгоритмічні рішення побудови ехоскринера, які реалізують запропоновану структуру, що дозволило на основі макета засобу розробити технологію слухового ехоскринінгу немовлят, створивши тим самим передумови для вирішення проблеми раннього діагностування порушень слуху у новонароджених. Запропоновано та експериментально апробовано нову методику визначення метрологічних характеристик макета ехоскринера, яка може бути покладена в основу створення єдиної для державних метрологічних служб України методики перевірки даного виду аудіологічних засобів на базі запропонованої повірочної схеми.

(рос.)

Предложено новую комплексную математическую модель органа слуха человека, которая учитывает структурно-физиологические свойства уха новорожденного ребенка, что позволило провести моделирование объекта исследования и воспроизвести процедуры прохождения и генерации в нем эхо-сигналов отоакустической эмиссии. Определены пути усовершенствования и синтезирована новая патентоспособная структура эхоскринера, что достигается путем реализации беспроводного интерфейса, использования современных DSP-технологий, аудиокодека, функциональных преобразователей и разработки необходимого программного обеспечения. Синтезированы модели сигналов вызванной задержанной отоакустической эмиссии и на частоте продукта искажения, создано модель композитного сигнала с помехами биоэлектрического происхождения и на частоте сети. Это позволило провести моделирование процессов в тракте измерения эхоскринера на основе разработанной его Simulink-модели, а также определить оптимальные параметры звеньев измерительного канала в зависимости от точности и быстродействия средства. Предложено оригинальную конструкцию акустического зонда эхоскринера и обосновано выбор его функциональных преобразователей. Разработаны схемотехнические и алгоритмические решения построения эхоскринера, которые реализуют предложенную структуру, что позволило на основе макета средства разработать технологию слухового эхоскрининга новорожденных, создав тем самым предпосылки для решения проблемы ранней диагностики потерь слуха в новорожденных детей. Предложено и экспериментально апробировано новую методику определения

метрологических характеристик макета экоскринера, которая может быть положена в основу создания единой для метрологических служб Украины методики поверки данного вида аудиологических средств на базе предложенной поверочной схемы.

(англ.)

It is offered new complex mathematical model of an ear of the person which considers structurally-physiological properties of an ear of the newborn child that has allowed to carry out modelling of object of research and to reproduce procedures of passage and generation in it an echo-signals of otoacoustical emission. Ways of improvement are certain and is synthesized new patentable structure of echoscreener, that is achieved by realization of the wireless interface, use of modern DSP-technologies, the audiocodec, functional converters and development of the necessary software. Models of signals caused detained otoacoustical emission and on frequency of a product of distortion are synthesized, is created model of a composit signal with handicapes of a bioelectric origin and on frequency of a network. It has allowed to lead modelling of processes in a path of measurement of echoscreener on the basis of its developed Simulink-model, and also to define optimum parameters of parts of the measuring channel depending on accuracy and speed of means. It is offered an original design of an acoustic probe of echoscreener and it is proved a choice of its functional converters. Are developed schematic and algorithmic decisions of construction of echoscreener which realize the offered structure, that has allowed to develop on the basis of a prototype of means technology of hearing echoscreening of newborns, having created that preconditions for the decision of a problem of early diagnostics of losses of hearing in newborn children. It is offered and is experimentally approved a new method of definition of metrological characteristics of a prototype of echoscreener which can be put in a basis of creation uniform for metrological services of Ukraine of a method of checking of the given kind of audiologic means on the basis of the offered calibration scheme.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності

Заявка на видачу патенту на корисну модель № u201013427. МПК 7 А61В 5/12. Засіб для слухового екоскрінінгу / Лисенко О.М., Дебедев Д.Ю.; Заявл. – 11.11.2010р.

5. Порівняння зі світовими аналогами

Результати роботи відповідають світовому науково-технічному рівню, що досягається за рахунок реалізації в розробці сучасних DSP-технологій, синтезованих математичних моделей ехосигналів ОАЕ та SimuLink-моделі вимірювального тракту екоскринера, розроблених оригінальних алгоритмічних рішень по цифровому відтворюванню тональних акустичних стимулів та вимірюванню спектрального складу ехосигналів, а також застосування патентоспроможного технічного рішення, що на відміну від існуючих містить бездротові технології реєстрації результатів обстежень.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Розроблені технічні рішення реалізації технології слухового екоскрінінгу можуть бути покладені в основу створення серійного портативного зразка засобу, що дозволить в декілька разів заощадити як бюджетні витрати, так і власні кошти медичних установ України на придбання ними аналогічних закордонних технологій і обладнання та забезпечення його сервісного обслуговування. Очікуваний економічний ефект від впровадження екоскринера лише в 90 пологових будинках та 477 пологових відділеннях центральних районних лікарень України складе близько 20 млн. грн.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації)

Ехоскринери можуть застосовуватись, насамперед, в пологових будинках та пологових відділеннях центральних районних лікарень МОЗ України для проведення слухового скрінінгу немовлят, в ЛОР відділеннях дитячих і дорослих районних та обласних поліклінік, сурдологічних центрах, науково-дослідних установах МОЗ України.

8. Стан готовності розробки

Розроблено схемотехнічні і алгоритмічні рішення та створено макет екоскринера, запропоновано і експериментально апробовано методику визначення його метрологічних

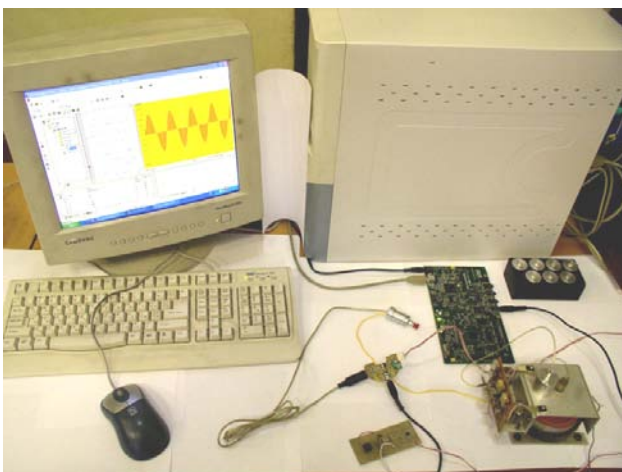
характеристик. Можлива розробка робочої конструкторської документації дослідно-промислових зразків засобу для слухового ехоскринінгу, проведення їх державних приймальних та клінічних випробувань з наступним впровадженням у серійне виробництво.

9. Існуючі результати впровадження

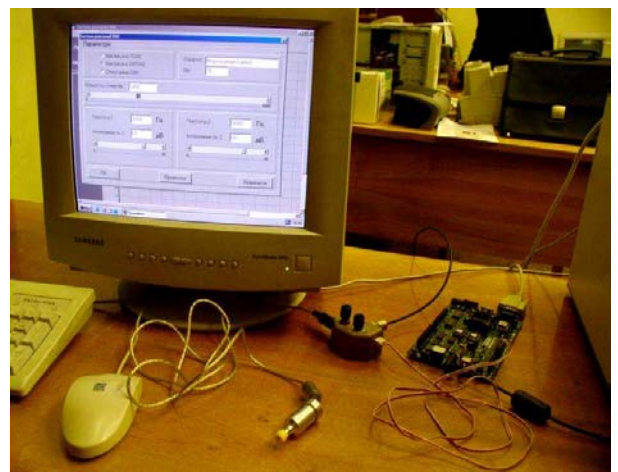
Результати роботи впроваджено в навчальний процес при викладанні дисципліни “Електронно-обчислювальні пристрої та системи. Част. 2” (розділи “Цифрова фільтрація сигналів” та “Перетворення Фур’є”), а також дисципліни “ЕОЗ на основі цифрових сигнальних процесорів” (розділ “Цифрові сигнальні процесори серії TMS320C55x”). Впроваджені нові лабораторні роботи “Синтез гармонічних сигналів на основі DSP-технологій сімейства C55x фірми Texas Instruments”, “Реалізація алгоритму швидкого перетворення Фур’є на основі DSP-процесора TMS320VC5510”, “Спектральний аналіз аудіосигналу” та “Застосування пакету DSP-Builder САПР Code Composer Studio”. Отримані результати роботи знайшли застосування в матеріалах магістерських дисертаційних робіт студентів на тему «Реалізація аудіологічних процедур на основі DSP-технологій», «Виміррювальна система на основі DSP-мікроконтролера TMS320F2812» та “Цифрова обробка аудіосигналу в системах медичної діагностики”, а також дипломного проекту бакалавра на тему “Аудіотестер”. За матеріалами роботи підготовлена та подана до захисту в спеціалізовану раду кандидатська дисертація за темою: «Мікрокомп’ютерні засоби слухового скринінгу новонароджених на основі методів педіатричної аудіометрії та реєстрації отоакустичної емісії». Матеріали роботи також використано при підготовці наукової монографії «Методи і засоби аудіометрії та акустичної імпедансометрії» та навчального посібника «Сертифікація продукції та систем менеджменту якості». Розроблена та експериментально апробована методика визначення метрологічних характеристик макета ехоскринера передана в УкрСЕПРО для створення на її основі єдиної для державних метрологічних служб України методики повірки засобів реєстрації отоакустичної емісії. Створена технологія ехоскринінгу пройшла апробацію в процесі діагностування стану слухової системи немовлят в пологовому будинку №3 м. Києва. Розроблені технічні рішення реалізації ехоскринера можуть бути покладені в основу створення серійного зразка засобу, очікуваний економічний ефект від впровадження якого в 90 пологових будинках та 477 пологових відділеннях центральних районних лікарень України складе близько 20 млн. грн.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ”КПІ”, науково-дослідний інститут прикладної електроніки
454-95-38, 454-90-75, o.lysenko@kpi.ua



Макет тракту генерації стимулів на основі DSP-процесора TMS320VC5510 фірми Texas Instruments (у складі оціночного модуля Starter Kit типу C5510 DSK)



Зовнішній вигляд макета засобу реєстрації ОАЕ на основі оціночного модуля Starter Kit типу C5510 DSK

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Лисенко О.М. Методи і засоби аудіометрії та акустичної імпедансометрії: Монографія (гриф НТУУ «КПІ») - К.: Видавництво “АВЕРС”, 2010.- 276 с.
2. Мережаний П.Г., Лебедев Д.Ю., Лисенко О.М. Дослідження слуху шляхом реєстрації сигналу викликаного затриманою отоакустичною емісією // Електроніка та зв'язок. – №4-5. – 2009. – С. 175 – 178.
3. Лебедев Д.Ю., Паламарчук О.М. Моделювання аудіометричного тракту на основі DSP технології // Збірник статей II науково-технічної конференції молодих вчених «Електроніка-2009». – Київ. – 2009. – С. 182 - 190.
4. Антонюк Ф.И., Петруненко С.М. Построение измерительной системы на базе TMS320F2812 фирмы Texas Instruments // Збірник статей II науково-технічної конференції молодих вчених «Електроніка-2009». – Київ. – 2009. – С. 190 - 197.
5. Мережаний П.Г., Лисенко О.М., Лебедев Д.Ю. Аппаратурные средства разработки приложений на основе технологии ZigBee // Збірник статей II науково-технічної конференції молодих вчених «Електроніка-2009». – Київ. – 2009. – С. 225 - 230.
6. A.Varfolomeyev, O.Antonyuk, O.Lysenko, M.Tereshin. CamShift Object Tracking Algorithm Implementation on DM6437 EVM Evaluation Module // Прикладная радиоэлектроника. – 2010. - №4. – С. 45-52.
7. A.Varfolomeyev, O.Antonyuk, O.Lysenko. CamShift Object Tracking Algorithm Implementation on DM6437 EVM // Proceedings of the 4-th European DSP in Education and Research Conference. – 1-2 December 2010. – Nice (Франція). – P. 96-100.
8. Заявка на видачу патенту на корисну модель № u201013427. МПК 7 А61В 5/12. Засіб для слухового екранінгу / Лисенко О.М., Лебедев Д.Ю.; Заявл. – 11.11.2010р.
9. Лебедев Д.Ю., Лисенко О.М., Антонюк О.І., Мережаний П.Г., Структурно-фізіологічні відмінності слухової системи дорослих та немовлят // Тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції “Новости научной мысли – 2010”. – 5 листопада 2010 р. - Praha (Чехія), 2010. – С.55–57.
10. Лебедев Д.Ю., Лисенко О.М., Антонюк О.І., Мережаний П.Г., Математична модель слухової системи дитини // Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції “Достижения высшей школы – 2010”. – 15 листопада 2010 р. - Бял ГРАД-БГ.- Sofia (Болгарія), 2010. – С.49–53.
11. Лисенко О.І. Сертифікація продукції та систем менеджменту якості. Навчальний посібник. – К.: НТУУ “КПІ”, 2010. – 408 с. (гриф МОН України).
12. Лебедев Д.Ю. Мікрокомп'ютерні засоби слухового скринінгу новонароджених на основі методів педіатричної аудіометрії та реєстрації отоакустичної емісії: Дис. канд. техн. наук. – Київ, 2010. – 177 с. – Машинопис.