



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **55671** (13) **U**  
(51) МПК-2011.01  
A61B 5/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ПОТЕНЦІАЛІВ ДІЇ НЕЙРОНІВ ГОЛОВНОГО ТА СПИННОГО МОЗКУ**

1

2

(21) u201005836

(22) 14.05.2010

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл.№ 24, 2010 р.

(72) ЧЕЧЕЛЬ ВІКТОР ВОЛОДИМИРОВИЧ, ВЛАСЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, РОКУНЕЦЬ ІГОР ЛЕОНІДОВИЧ

(73) ЧЕЧЕЛЬ ВІКТОР ВОЛОДИМИРОВИЧ

(57) 1. Багатоканальний пристрій для телеметричної передачі потенціалів дії нейронів головного та спинного мозку, що має послідовно з'єднані блок попередніх підсилювачів, мультиплексор каналів,

цифровий блок, кварцовий генератор, змішувач сигналів, модулятор, генератор опорної частоти, підсилювач радіочастоти, випромінювач та приймач, який **відрізняється** тим, що в нього уведений блок фільтрів нижніх частот.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що попередній підсилювач виконаний у вигляді одного блока з мікроспоживанням.

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що для часового ущільнення сигналу використаний алгоритм дискретно-аналогового кодування.

Корисна модель відноситься до біомедицинської техніки, зокрема нейрофізіології, і може бути використана для бездротової передачі імпульсної активності нейронів головного та спинного мозку під час експерименту або в клінічних дослідженнях.

Відомий одноканальний пристрій передачі потенціалів дії нейронів (Пат. 15653 UA, МПК A61B 5/04. Пристрій для телеметричної передачі імпульсної активності нейронів /Мороз В.М., Чечель В.В., Власенко О.В., Рокунець І.Л., Йолтухівський М.В. (UA); Вінницький національний медичний університет ім М.І. Пирогова (UA). - №u200512762; Заяв. 29.12.2005; Опубл. 17.07.2006, Бюл. №7), який дозволяє підсилити корисний сигнал та передати його без проводів до приймача. Головним недоліком такого пристрою є його одноканальність, яка обмежує функціональні можливості.

За аналог авторами взято багатоканальний телеметричний пристрій передачі потенціалів дії нейронної активності (Wireless Telemetry System For Single-Unit Recording In Rats Navigation /H.-Y. Chen, J.-S. Wu, C.-P. Li, J.-J. Chen //Journal of the Chinese Institute of Engineers. - 2008. - V.31, N.3. - P. 449-458), який має блок попередніх буферних підсилювачів, блок попередніх підсилювачів, блок додаткових підсилювачів, блок аналогово-цифрового перетворення з мікроконтролерним керуванням, частотний модулятор та випромінювач у вигляді стандартного bluetooth-модуля про-

мислового виробництва, які з'єднані між собою послідовно.

Основними недоліками описаного пристрою є: буферні підсилювачі, що містять велику кількість транзисторів, кожний з яких вносить додаткові шуми при підсиленні корисного сигналу. Це підтверджується нормуванням рівня шуму мікросхеми буферного підсилювача, що складає 42нВ/√Гц на частоті 1кГц. Слід зауважити, що подібні параметри можуть бути витримані тільки при умовах типового живлення ±18В для мікросхеми буферного підсилювача. У прототипі живлення буферного підсилювача складає лише ±3,7В, що суттєво підвищує рівень внутрішніх шумів буферного підсилювача. При такому живленні буде спостерігатись температурний дрейф всіх параметрів мікросхеми буферного підсилювача, а це викличе нестабільність роботи. Окрім того, мікросхема буферного підсилювача має велике енергоспоживання на рівні 6мВт на канал в режимі очікування. Відсутність гальванічної розв'язки мікроелектрода та вхідних кіл буферного підсилювача може впливати на біологічні процеси в нейронах та на сам металевий мікроелектрод, на тривалість роботи його активної зони, збільшить гальванічну складову шуму, що негативно відобразиться на роботі всієї системи. Наявність зворотного зв'язку у буферному підсилювачі різко знижує вхідний опір, а це призведе до електричного шунтування металевого мікроелектрода. Потреба опорної напруги для бу-

(19) **UA** (11) **55671** (13) **U**

ферних підсилювачів ускладнює конструкцію вхідних кіл та є проблематичною у виборі її амплітудного значення, особливо в умовах вільної поведінки тварини. Швидкість наростання вихідної напруги мікросхем буферних підсилювачів на рівні 3,5В/мкс не є достатньою для підсилення швидких фронтів деполяризації потенціалів дії нейронів. Розміри чипів з корпусами SO 14 для подібних конструкцій портативних передавачів є невиправдано великими та ведуть до збільшення маси та розмірів основної конструкції. Конструктивний алгоритм аналога з буферними підсилювачами на вході породжує потребу в двох додаткових послідовних підсилювачах, а це, як наслідок, веде до підвищення енергоспоживання, рівня шумів, збільшення масо-габаритних показників передавача. Часове ущільнення багатоканального сигналу з використанням аналогово-цифрового перетворювача з мікроконтролерним керуванням також різко підвищує енергоспоживання та потенційно може вносити завади в роботу вхідних кіл підсилювального тракту мобільного пристрою. Подібний підхід в комплексі з промисловим bluetooth-модулем в якості передавача породжує надлишковість передавальної полоси (723Кбіт/с на частоті 2,4ГГц) перетвореного сигналу, адже передається 12 розрядів на 1 канал, що потребує достатньо великого енергоспоживання (70мА, як максимум, заявлений виробником). Інтенсивне випромінювання передавача (трансляція на відстань 5м) буде вносити завади в роботу вхідних каскадів підсилення, що може викликати спотворення корисного сигналу.

В основу запропонованої корисної моделі поставлене завдання створити багатоканальний пристрій телеметричної передачі електричних сигналів нейронів з покращеними технічними характеристиками - низьким рівнем енергоспоживання, низьким рівнем шумів, високою чутливістю та динамічним діапазоном попередніх підсилювачів, низьким рівнем впливу процесу трансляції на якість сигналу, підвищену протидію завадам - шляхом заміни існуючих та введенням нових блоків та зміни алгоритму обробки сигналу.

Корисна модель, що заявляється, ілюстрована Фіг.1 із блок-схемою пристрою, та Фіг.2 зі схемою сформованого багатоканального сигналу.

Поставлене завдання вирішується тим, що перші три блоки аналога (блок попередніх буферних підсилювачів, блок попередніх підсилювачів, блок додаткових підсилювачів) замінено одним блоком. У ньому вхідні кола побудовані згідно нашого патенту №15851 (2006), що збільшило відношення сигнал/шум (рівень шумів у нашому випадку склав  $3\text{нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$  на частоті 1кГц), значно зменшило споживання струму до рівня мікроспоживання (150нА на канал), що дало змогу збільшити кількість каналів. Зменшення кількості елементів буферного підсилювача (у нашому випадку використано лише один кремнієвий транзистор з електростатичним керуванням з приповерхневим затвором, робоча характеристика якого знаходиться в допороговій зоні), забезпечило зменшення енергоспоживання та масо-габаритних показників моделі. Подібний конструктивний підхід позбавив потреби в наявності опорної напруги, передаючи сигнальні власти-

вості останньої створеному спеціальному загальному (земляному) ланцюгу, що спростило схему та поліпшило її показники. Схемо-технічні зміни, використані у попередньому підсилювачі забезпечили гальванічне розмежування вхідних кіл підсилювача від металевого мікроелектрода, зменшило гальванічний вплив на сам електрод, за рахунок чого зменшено шуми на межі "метал-тканина", збільшено тривалість роботи активної поверхні мікроелектрода та його чутливість через зменшення активності процесів на цій межі, та як результат - зменшення шумового компоненту, що також зменшило вплив на сигнальну зону мозку. Використання робочої характеристики транзистора цього підсилювача в допороговій зоні різко зменшило його споживання, та збільшило вхідний опір, який становить більше 20МОм. Уведено блок фільтру нижніх частот (2), котрий дозволив коректно підготувати багатоканальний інформаційний сигнал для подальшого дискретно-аналогового кодування. Замість блоку аналого-цифрового перетворення з мікроконтролерним керуванням уведено цифровий блок (5) з новим алгоритмом обробки, де формується калібрований синхроімпульс. Замінено блоки (4) та (7), які генерують стабільну частоту завдяки кварцевим резонаторам. Частотний модулятор та випромінювач у вигляді стандартного bluetooth-модуля промислового виробництва аналогу у нашій моделі замінено частотним модулятором радіочастотного діапазону, до одного з входів якого приєднано генератор опорної частоти, а до іншого - попередньо підготовлений дискретно-аналоговий сигнал. Вихід частотного модулятора приєднаний до підсилювача радіочастоти, який з'єднаний з випромінювачем. Означене схемне рішення суттєво зменшило енергоспоживання та позбавило надлишковості полоси передачі перетвореного сигналу (полоса зменшена до 260кГц), була зменшена інтенсивність випромінювання передавача, що мінімізувало внесення завад в роботу вхідних каскадів підсилення та відсутність впливу на спостереження сигналів від нейронів дальньої сигнальної зони.

Передавач включає в себе попередні підсилювачі (1.1 - 1.n), на вхід яких приєднуються виходи від багатоканального металевого мікроелектроду. Виходи підсилювачів з'єднано з входами фільтрів нижніх частот (2.1 - 2.n). Їх виходи з'єднані з сигнальними входами мультиплексора каналів (3), на входи керування якого під'єднані виходи цифрового пристрою (5), робота якого узгоджена кварцованим генератором (4). Вихід цифрового блоку (5) під'єднано до змішувача сигналів, на другий вхід якого послідовно в часі завдяки мультиплексору (3) під'єднуються виходи фільтрів нижніх частот (2.1 - 2.n). Вихід змішувача (6) з'єднано з одним із входів модулятора (8), до іншого входу якого приєднаний генератор опорної частоти (7). Вихід частотного модулятора з'єднаний з підсилювачем радіочастоти (9), вихід якого з'єднаний з випромінювачем (10). Зв'язок між передавачем та приймачем (11) відбувається дистанційно.

Сигнали з виходів мікроелектродів поступають на входи блоку попереднього підсилення сигналів (1), в якому вхідний імпеданс узгоджено з джере-

лом сигналу. З виходу блоку (1) сигнали подаються на входи фільтрів нижніх частот блоку (2), де запроваджується їх узгодження з дискретизацією сигналу при часовому стисненні мультиплексором (3). Невід'ємною умовою до цих фільтрів є їх висока лінійна фазова характеристика у вибраній полосі частот та їх висока ідентичність. Такі вимоги створюються принципами багатоканальної обробки сигналів. З виходу фільтрований сигнал подається на сигнальні входи мультиплексора каналів (3), де згідно з алгоритмом обробки блоку (5), завдяки адресним сигналам на його виході утворена послідовність виборок, що надходить до змішувача (6), на другий вхід якого поступає синхроімпульс (див. Фіг.2) із нормованою амплітудою та тривалістю. Знаючи його параметри та враховуючи відхилення його параметрів на приймаючій стороні, пристрій (11) з великою точністю компенсує усі похибки, які набуває сигнал в процесі його передачі від джерела до приймача (11). З виходу мультиплексора (3) комплексний сигнал поступає на вхід змішувача (4), де завдяки частотній модуляції спектр кодованого сигналу переноситься в область надвисоких частот, з виходу якого сигнал поступає на вхід підсилювача радіочастоти (9), звідки на випромінювач (10). Переданий сигнал повністю реконструюється приймачем (11), використовуючи зворотні алгоритми обробки сигналу.

Можливість здійснення запропонованої корисної моделі стала можливою завдяки:

- введенню калібровочного сигналу, який одночасно виконує роль синхроімпульса, що зменшило залежність вихідного сигналу від просторового положення антен;

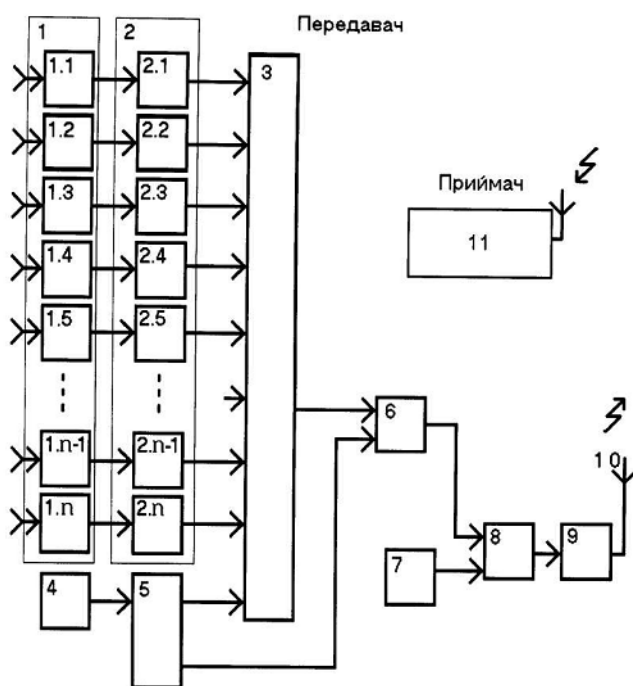
- заміні блоків попередніх буферних підсилювачів, попередніх підсилювачів, додаткових підсилювачів на один блок попереднього підсилення (з використанням транзистора з електростатичним керуванням, з приповерхневим затвором, робоча характеристика якого знаходиться в допороговій робочій зоні), що збільшило чутливість та динамічний діапазон, зменшило енергоспоживання, збільшило опір вхідних кіл, зменшило шуми на межі "мікроелектрод-тканина", зменшило електричне шунтування електрода, збільшило тривалість роботи активної поверхні мікроелектрода, зменшило вплив на робочу зону мозку, зменшило масогабаритні показники;

- заміні блоку аналого-цифрового перетворення з мікроконтролерним керуванням на дискретно-аналогове перетворення, та мультиплексор каналів, що забезпечило часове ущільнення з завадостійким алгоритмом підготовки аналогових сигналів, суттєво спростило конструкцію та зменшило енергоспоживання;

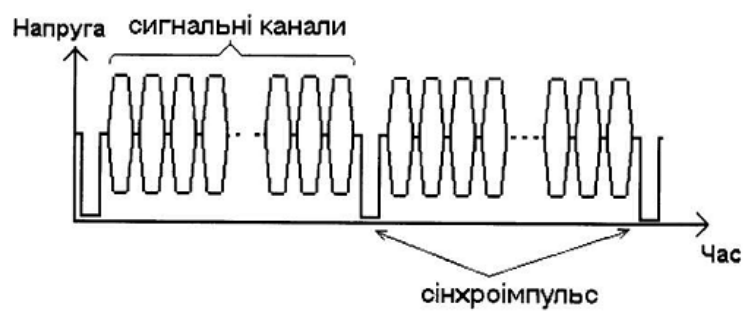
- введенню блоку фільтру нижніх частот, що суттєво покращило якість підсилення аналогових сигналів;

- заміні стандартного bluetooth-модуля промислового виробництва на частотний модулятор, підсилювач радіочастоти та випромінювач, що зменшило надлишковість полоси передачі перетвореного сигналу, енергоспоживання, інтенсивність випромінювання, внесення завад в роботу вхідних кіл пристрою;

- використанню кварцевих резонаторів в генераторах, які формують технологічні частоти, що збільшило протидію завадам та підвищило якість передачі корисних сигналів.



Фіг. 1



Фіг. 2