

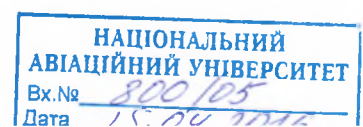
ВІДГУК
офіційного опонента

професора кафедри телекомунікаційних систем Національного авіаційного університету доктора технічних наук, професора Мачаліна Ігоря Олексійовича на дисертацію Сергеева-Горчинського Олексія Олександровича, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі на тему “Методи та моделі підвищення завадостійкості інформаційно-телекомунікаційних систем медичного призначення”

Актуальність теми дисертації. На даний час інформаційно-телекомунікаційні системи проникають в усі сфери діяльності як держави, так і громадян. Розвиток електроніки, комунікаційних та інформаційних технологій є підставою для реалізації ідеї вимірювань і контролю всіляких необхідних фізичних величин середовища, промислових процесів, процесів керування, моніторингу, тощо. Такий величезний обсяг застосувань вимірювальної техніки вимагає рішень, що відносяться до техніки здобуття, передавання та обробки інформації для різного типу використовуваних процесів. Однією з найважливіших галузей, якість роботи якої стосується кожного громадянина, є охорона здоров'я. Тому саме в медицині одними з перших почали впроваджуватися системи вимірювання біомедичних параметрів і їхню передачу на відстань з метою подальшого моніторингу. Впровадження таких систем дає можливість контролювати стан хворих, аналізувати біомедичні параметри фахівцями, які знаходяться у віддалених медичних установах, що дозволяє врятувати багато людських життів при складних медичних випадках. Таким чином, напрямок дисертаційного дослідження є важливим і актуальним.

В процесі передачі вимірювальної інформації по радіоканалах вона піддається впливу різних завад. При цьому необхідно вживати заходів щодо забезпечення необхідної завадостійкості. Тому здобувач в роботі вирішує важливе завдання підвищення завадостійкості інформаційно-комунікаційної системи медичного призначення. Спотворення вимірної біомедичної інформації на приймальному кінці може привести до неправильних діагнозів. При вирішенні поставленого завдання виникають питання, пов'язані з розробкою методів цифрової фільтрації, оптимальної дискретизації інформації, що вимірюється, і правильного її декодування. Ці важливі питання і досліджує здобувач у своїй дисертації. Отже тематика дисертаційних досліджень Сергеева-Горчинського О.О. є актуальною і має практичну направленість.

Зв'язок дисертаційної роботи з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки, державними та галузевими науковими програмами. Основа дисертації складається з досліджень, які виконані у держбюджетній науково-дослідній роботі за темою «Дослідження нової концепції побудови динамічної архітектури проблемно-орієнтованого програмного забезпечення в грид-хмарному



середовищі з елементами постбінарних обчислень» (№ державної реєстрації 0114U003449) на кафедрі системного проектування ІНН «ІПСА» МОН України та НАН України НТУУ «КПІ», в рамках вирішення задачі автоматизації процесу попередньої обробки технічної інформації, в якій автор дисертації був виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Основні дослідження першого розділу дисертації стосуються аналізу та класифікації сучасних інформаційно-телекомунікаційних систем медичного призначення; показано місце та роль досліджень, спрямованих на підвищення завадостійкості функціонування систем загального і спеціального призначення на базі оптимальної цифрової фільтрації. Проведено аналіз відомих методів оптимальної цифрової фільтрації. Це дозволило автору сформулювати мету та задачі досліджень.

Другий розділ дисертації присвячено розробці та обґрунтуванню методу оптимальної цифрової фільтрації цифрових зашумлених нестационарних сигналів, представлених у вигляді суми інформаційної та завадової (шумової) частотних складових. На базі методу розроблена аналітична модель та програмна реалізація оптимальної цифрової фільтрації. Визначено складові розробленого методу: система цифрової фільтрації на базі методу «просте рухоме середнє» та система цифрової апроксимації на базі методу «кусково-лінійна регресія» за методом найменших квадратів. Розроблено метод та структурно-аналітичну модель оптимальної цифрової фільтрації за критерієм середньої абсолютної помилки для нестационарного сигналу за умови стаціонарного шуму, що базуються на оптимальному комбінуванні методу фільтрації та методу апроксимації дискретних квантованих значень первинного сигналу. Визначено оцінку розбіжності результатів фільтрації та апроксимації – «середня абсолютна помилка». Продемонстровано ефективність фільтрації нестационарних сигналів.

Відносно третього розділу дисертації слід зазначити, що в ньому розглянуто побудову структурно-аналітичної моделі та розробку методу адаптивної дискретизації. Цей метод базується на визначенні оптимальної частоти дискретизації, за якої при оптимальній фільтрації форма первинного біомедичного сигналу відтворюється з наперед заданою точністю. Розроблена структурно-аналітична модель адаптивної дискретизації не вимагає апріорного знання значень граничних частот пропускання/затримання та припустимих відхилень в полосах пропускання/затримання. Також розроблена модель дозволяє визначити оптимальну частоту дискретизації та оптимальні параметри цифрової фільтрації при різних характеристиках шумової складової.

Четвертий розділ дисертації спрямовано на оцінювання результатів зменшення рівнів адитивного флуктуаційного та імпульсного шумів для різнотипних первинних сигналів за допомогою розроблених методів адаптивної дискретизації та оптимальної цифрової фільтрації. Проведено обробку дискретного квантованого сильнозашумленого модульованого бінарного

повідомлення та порівняння точності відновлення бітів первинного бінарного повідомлення за допомогою існуючих методів амплітудної, фазової та частотної цифрової демодуляції та методу «попередня обробка на базі розробленого методу оптимальної цифрової фільтрації плюс амплітудна демодуляція». Проведено експерименти, що доводять ефективність запропонованих методів дискретизації і фільтрації.

Таким чином, у роботі розглянуто широке коло питань, які пов'язані між собою єдиною метою. Ступінь обґрунтованості наукових результатів дисертації та їх достовірність підтверджується коректним математичним аналізом із залученням методів математичного моделювання, співставленням теорії та експерименту, відтворюваністю одержаних результатів, а також узгодженістю з теоретичними та експериментальними роботами інших авторів.

Новими науковими результатами, які розроблено Сергеевим-Горчинським О.О. слід вказати наступні:

1. Вперше розроблено метод та структурно-аналітичну модель оптимальної цифрової фільтрації нестационарних низькочастотних дискретних квантованих сигналів при стаціонарному шумі, які, на відміну від існуючих методів, базуються на пошуку оптимальної комбінації параметрів систем фільтрації рухомим середнім та апроксимації кусково-лінійною регресією при порівнянні оброблених значень за критерієм мінімальності середньої абсолютної помилки, що дозволило визначити параметр оптимальної цифрової фільтрації за відсутності зразкового сигналу.

2. Вперше розроблено метод та структурно-аналітичну модель адаптивної дискретизації нестационарних низькочастотних аналогових біомедичних сигналів при нестационарному шумі, які, на відміну від існуючих методів, базуються на адаптації частоти дискретизації зашумленого сигналу за критерієм мінімальності абсолютної різниці значень відношення сигнал/шум відфільтрованого первинного сигналу при двох послідовних значеннях частоти дискретизації, що дозволило визначити оптимальну частоту дискретизації за відсутності зразкового сигналу.

3. Вдосконалено технологію та структурно-аналітичну модель обробки інформації в ІТС медичного призначення за умов підвищених рівнів завад та малих потужностей первинного сигналу, яка, на відміну від існуючих моделей, не вимагає наявності зразкового сигналу та характеристик шумової складової, що дозволило збільшити кількість коректно відтворених бітів первинного бінарного повідомлення та підвищити завадостійкість ІТС медичного призначення.

Практична значимість результатів дисертаційних досліджень Сергеева-Горчинського О.О. полягає у наступному:

1. Впроваджено метод та структурно-аналітичну модель оптимальної цифрової фільтрації нестационарних низькочастотних дискретних квантованих сигналів при стаціонарному шумі, що на базі оптимальної цифрової фільтрації дозволило підвищити завадостійкість функціонування інформаційно-

телекомунікаційних систем медичного призначення при передачі нестационарних тестових сигналів електрокардіограми та електроенцефалограми при адитивному шумі з розподілом Гаусса.

2. Впроваджено метод та структурно-аналітичну модель адаптивної дискретизації нестационарних аналогових біомедичних сигналів та при нестационарному шумі, що на базі адаптації частоти дискретизації при різних рівнях шуму дозволило підвищити точність відтворення біомедичного сигналу.

3. Впроваджено структурно-аналітичну модель вдосконаленої технології обробки інформації в ІТС медичного призначення за умов підвищених рівнів завад та малих потужностей первинного сигналу, яка включає «Модуль генерування сигналу по функції», «Модуль генерування шумової складової», «Модуль обробки сигналу», «Модуль оцінки фільтрації».

4. Результати впроваджено у навчальний процес кафедри системного проектування ННК «Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ». Впроваджено розроблені завдання для лабораторних практикумів з дисциплін «Комп'ютерні методи інтелектуальної обробки даних» та «Інтелектуальний аналіз даних».

5. Практичне значення отриманих результатів підтверджено їх застосуванням при розрахунку бази оптимальних цифрових фільтрів для тестових інформаційних сигналів при заданих характеристиках завад, що дозволило в 1.7 рази підвищити завадостійкість обробки зашумленого сигналу в ТОВ «Сервіс Телеком Україна».

Достовірність отриманих результатів Достовірність отриманих положень і моделей підтверджується адекватністю результатів, отриманих на основі аналітичних виразів, з результатами, отриманими в ході експерименту для різних видів модуляцій і різними співвідношеннями сигнал / шум.

Завершеність, стиль викладання. Дисертаційна робота Сергєєва-Горчинського О.О. є завершеною науково-дослідною роботою, виконаною і оформленою відповідно до вимог, затверджених МОН України. Дисертаційна робота написана зрозуміло та грамотно, науково-технічна термінологія використовується коректно і логічно.

Повнота викладення сформульованих в дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. Результати науково-прикладних досліджень досить повно, на потрібному рівні опубліковано у 13 наукових працях, у тому числі – 7 статтях у фахових виданнях України (7 з яких входять до міжнародних наукометричних баз даних), 2 статтях у міжнародних фахових виданнях (2 з яких входять до міжнародних наукометричних баз даних) та 4 тезах доповідей на міжнародних конференціях (Україна, Польща, США, Болгарія).

Структура та зміст автореферату відповідають тексту дисертаційної роботи.

Недоліки та зауваження. За матеріалами дисертаційної роботи можна зробити такі зауваження:

1. У розділі 1, автор дисертації провів аналіз різних методів цифрової фільтрації. Однак у наступних розділах він порівнює результати свого методу тільки з методами Баттерворта, Вінера і Савіцького-Голея. Вибір тільки цих методів і відповідних їм фільтрів, для подальшого аналізу недостатньо обґрунтований. Оскільки, наприклад, альтернативними для фільтра Баттерворта можна вважати фільтри Чебишева і Золотарьова, які мають кращі характеристики в досліджуваній смузі пропускання, ніж фільтр Баттерворта.

2. Автор зупинився в своїх дослідженнях на використанні тільки найбільш простої, але, на жаль, і найбільш неточної моделі, а саме моделі лінійної регресії. Доцільно було б дослідити використання інших складних, але і більш ефективних методів для побудови відповідних моделей, за допомогою яких можна реалізувати більш точні моделі апроксимації, і завдяки яким, ймовірно, можна зменшити кількість інтервалів дискретизації сигналів.

3. На рис. 2.12 наведені залежності суми абсолютних значень відфільтрованого сигналу від кількості відліків. Однак відсутнє пояснення фізичної природи отриманого мінімуму, не зрозуміло, як вплинуть на результати мінімізації інші параметри фільтрації окрім кількості відліків.

4. Наскільки можна зрозуміти з тексту, в оцінках кількості усереднених значень в системі цифрової фільтрації (формули 2.40, 2.41 і 2.42) передбачається, що параметри «загальна кількість деформованих значень у вибірці» N , а також параметри m_1 і m_2 відомі. Однак не показано, як визначаються їх величини перед початком процесу фільтрації, коли параметри сигналів, які фільтруються, ще невідомі.

5. Розділ 3 називається «Метод і модель адаптивної дискретизації», при цьому підрозділи 3.1.1-3.1.8 повністю присвячені експериментальним дослідженням і тільки в підрозділі 3.2 розглядається запропонований метод. Вважаю, що результати експериментальних досліджень необхідно представляти в четвертому розділі дисертації.

6. Виходячи з рис. 3.8, де наведено структурно-аналітичну модель адаптивної дискретизації, похибки вимірювання медичних параметрів будуть визначатися не тільки методом цифрової фільтрації, але і похибками аналого-цифрового перетворювача, який стоїть на вході, проте далі вплив похибок аналого-цифрового перетворення чомусь не розглядається.

7. У дисертації констатується теза про те, що запропонований підхід до дискретизації є адаптивним. У загальноприйнятому розумінні концепція адаптації передбачає пристосування системи до постійно змінюваних станів середовища безпосередньо під час вирішення поставленого перед системою завдання. Як відомо, в технічних системах таке пристосування здійснюється шляхом зміни величин параметрів системи за певними алгоритмами. У розділі 3, який присвячений моделі адаптивної дискретизації, опису процесу адаптації

(тобто зміні параметрів дискретизації, яка спрямована на поліпшення моделі) приділено недостатньо уваги. Зокрема, незрозуміло, яким чином система здатна пристосовуватися до мінливих параметрів сигналів, які фільтруються, безпосередньо під час реалізації процесу фільтрації.

8. У розділі 4 автор проводить порівняння показників запропонованого методу для різних видів модуляції, проте для аналізу обрані тільки базові види модуляції: амплітудна, фазова і частотна, однак доцільно було б розглянути більш складні види модуляції, які в даний час використовуються в каналах 3G, 4G. Можливо ефект від запропонованого методу був не настільки очевидним.

9. У дисертації є граматичні та стилістичні помилки. У деяких пропозиціях зустрічаються помилки, в яких автор вживає слова, відсутні в українській мові (наприклад, стор. 34, 42, 65). У деяких місцях тексту помилково вписані зайві розділові знаки або навпаки ці знаки відсутні там, де вони потрібні.

Вказані недоліки не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи.

Висновок

Дисертація Сергеева-Горчинського Олексія Олександровича є закінченою науковою роботою, що містить рішення актуальної наукової задачі. Здобувач отримав нові науково-обґрунтовані результати, які забезпечують вирішення науково-прикладної задачі, а саме: підвищення завадостійкості інформаційно-телекомунікаційних систем медичного призначення. Тема та зміст дисертаційної роботи відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Дисертація відповідає вимогам положення п.п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, які ставляться до кандидатських дисертацій, та відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 - телекомунікаційні системи та мережі, а її автор Сергеев-Горчинський Олексій Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент:

Професор кафедри телекомунікаційних систем
Національного авіаційного університету,
доктор технічних наук, професор

I.O. Machalin



Підпис гр. Мачалін І.О.
свідчую
Вчений секретар
Національного авіаційного університету
О. Варшаво