

знаходяться безпосередньо на платі або в корпусі [3].

У результаті проведення дослідження встановлено, що при зміні під час експлуатації параметрів принципових схем можливі короточасні спрацювання виконавчих реле, що може бути неприпустимим з точки зору безпеки.

Крім того, в доповіді виконано аналіз результатів моделювання схем безпечного виведення інформації систем мікропроцесорної централізації.

#### Список використаних джерел

1. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів / Мойсеєнко В. І., Пархоменко С. Л., Чепцов М. М., Коцюба Т. А. Під загальною редакцією Мойсеєнко В. І. Харків, - 2013. – 393 с.
2. Микропроцессорные системы автоматики на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / К. А. Бочков, А. Н. Коврига, С.Н. Харлап: М-во образования Респ. Беларусь, Белорус, гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. - 254 с.
3. Circuit Analysis with Multisim. Synthesis lectures on digital circuits and systems / David Báez-Lópe, Félix E. Guerrero-Castro, - 2011. – 200 p.

*Індик С. В., к.т.н., ст. викладач,  
Незус І. О., магістрант,  
Перець К. Г., аспірант (УкрДУЗТ)*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ, ОТРИМАНИХ ЗА РАХУНОК ПЕРЕСТАНОВОК ЧАСТОТНИХ СЕГМЕНТІВ

Відповідно до алгоритму реалізації методу формування ансамблів складних сигналів, на основі послідовностей з покращеними взаємкореляційними властивостями, які отримані шляхом смугової фільтрації з перестановками [1] було проведено дослідження зміни параметрів частотних сегментів та їх вплив на формування ансамблів складних сигналів великого об'єму із забезпеченням низького рівня завад множинного доступу.

Отримані результати показують, що збільшення смугової фільтрації призводить до зменшення максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції. У цьому випадку збільшення тривалості імпульсів, очевидно, призводить до збільшення цих характеристик. Визначення прийнятних значень тривалості імпульсу та ширини смугової фільтрації шляхом фіксації максимальних значень функцій взаємної кореляції, таким чином визначалися граничні параметри для формування

ансамблів сигналів. Оцінка статистичних характеристик ансамблів складних сигналів здійснювалася на основі методики, яка наведена в [2, 3]. Розраховано залежність максимальних викидів бічних пелюсток функції взаємної кореляції отриманих сигналів від ширини смугової фільтрації при відповідних тривалостях імпульсів у вихідних послідовностях.

Визначення оптимальних параметрів при застосуванні смугової фільтрації в різних областях спектру до послідовностей з покращеними взаємкореляційними властивостями з подальшим переведенням у загальну смугову частот та застосуванням перестановок до отриманих частотних елементів дозволяє збільшити об'єм ансамблів складних сигналів при допустимому зниженні взаємкореляційних характеристик.

#### Список використаних джерел

1. Indyk S. The study of ensemble properties of complex signals obtained by time interval permutation. / S. Indyk, V. Lysechko. – Advanced Information Systems. – 2020. – Vol. 4, № 3. – P. 85-88.
2. Indyk S. Method of permutation of intervals, taking into account correlation properties of segments. / S. Indyk, V. Lysechko. – Control, navigation and communication system. – 2020. – Issue 3 (61). – P. 128-130.
3. Indyk S. V. The formation method of complex signals ensembles by frequency filtration of pseudo-random sequences with low interaction in the time domain. / S. V. Indyk, V. P. Lysechko, O. S. Zhuchenko, V. S. Kitov. – Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2020. – Issue 4 (55). – P. 7-15.

*Мазіашвілі А. Р., асистент (УкрДУЗТ)*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПОКОЛІННЯ 5G

Зростає кількість пристроїв, підключених до Інтернету, та кількість з'єднань між цими пристроями. До 2025 р. близько 20% даних, що генеруються, будуть являти собою інформацію, одержувану в реальному часі, причому більше 95% будуть дані, прийняті від пристроїв Інтернету речей IoT (Internet of Things).

Тому потрібні нові досконалі мережі, здатні забезпечити цю взаємодію раціонально. Мережі 5G/IMT-2020 (International Mobile Telecommunications-2020) не обмежуватимуться смартфонами, а охоплюватимуть і обчислювальні пристрої, що вбудовуються в навколишні об'єкти, дозволяючи виконувати збір, відправлення та отримання даних. Вони будуть використовувати ефективніші/практичні методи та конфігурації систем радіозв'язку, що працюють у широкому діапазоні радіочастотного

спектру. Зазначимо, що вже у 2015 р. ІТ-гігант Google запусив свій проект Sky Bender – 5G-мережа для дронів. Особливо 5G стане в нагоді в тих сегментах IoT, де об'єкти сильно віддалені (наприклад, у сільському господарстві) або потрібна швидка обмін інформацією (наприклад, для безпілотних машин).

**Мета роботи:** у сфері 5G слід виявити: вимоги, які не можуть бути задоволені за допомогою нинішніх мереж; технології, які можна використовувати при створенні мереж 5G; технічні вимоги до характеристик системи 5G; основні тренди у створенні мереж стандарту IMT-2020.

**Основна частина.** Під будь-яким новим поколінням мобільного зв'язку розуміються революційні зміни в мережі, в її архітектурі і, в першу чергу, в сегменті радіодоступу. Принципова відмінність покоління 5G полягає у переході з сантиметрового діапазону хвиль (покоління 4G) у міліметровий, тобто на частоти десятків ГГц. Відмінною особливістю 5G є співіснування різних протоколів радіодоступу в одній мережі, і навіть в одному частотному каналі.

Стандарти мереж 5G будуть здатні забезпечити реалізацію вимог, що висуваються до IoT, та сприяти вирішенню проблем з мобільним зв'язком, викликаних зростанням трафіку та іншими факторами. Однією з проблем, що гальмують широке розгортання мереж 5G, є нова інфраструктура високошвидкісних мереж, що дає глобальне мережеве покриття та високонадійну безперебійну роботу. Це потребує зростання кількості операторського обладнання, високих витрат.

Висока швидкість передачі даних у 5G-мережах різко збільшить навантаження на інфраструктуру. Зокрема, забезпечення пропускної спроможності до 20 Гбіт/с дозволить надати сервіси доповненої та віртуальної реальності, 3D-відео з ультрависокою роздільною здатністю UHD (Ultra High Definition), голографічні дзвінки.

Ключові рішення вимог до характеристик системи 5G складають технічну концепцію перспективної мережі радіодоступу FRA (Future Radio Access) і включають:

- малі стільники з надщільним розподілом;
- багатовимірні/масивні антенні системи MIMO (Multiple Input Multiple Output);
- повний дуплекс у загальній смузі частот;
- нові методи багаточастотної модуляції.

Зв'язок 5G буде спиратися на хмарні та інноваційні обчислювальні/транспортні технології та технології центрів обробки даних. Планується застосування автоматичних фазових решіток, здатних динамічно змінювати діаграму спрямованості антенних систем і використовувати весь доступний частотний діапазон (наприклад, міліметрові хвилі на коротких дистанціях).

Отже, у зв'язку з масовими підключеннями сенсорів, гаджетів та інших пристроїв у майбутньому

виникнуть нові завдання, які не зможуть вирішити існуючі мережі бездротового зв'язку. До абонентів додадуться програми (наприклад, IoT/IIoT (Industrial IoT), «підключений автомобіль», самоврядний транспорт, наближені до реальності (immersive) відео-додатки) та пристрої. Розвиток мереж 5G залежатиме від їхньої можливості працювати з такими різними пристроями/додатками.

#### Список використаних джерел

1. Chae Sub Lee. A new stage of orchestration for 5G // Information telecommunication networks. No. 7-8 (131-132). - 2017. - С.16.
2. Ashwood-Smee P. Why is the through-cutting of the 5G network into layers important for 5G? // Information telecommunication networks. No. 7-8 (131-132). - 2017. - С. 17-18.
3. Karofilo D. The key to the networks of 5G; use of information-oriented networks (ICN) // Information telecommunication networks. No. 7-8 (131-132). - 2017. - Р. 20.

*Трубчанінова К. А., д.т.н., доцент,  
Нотченко Д. А., Сенько М. В., магістранти  
(УкрДУЗТ)*

#### ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО

Інтернет речей активно розвивається: сьогодні це поняття являє собою збірний образ у вигляді тісної взаємодії віртуального та реального світів, а не лише провідне та бездротове з'єднання датчиків та пристроїв. Смартфон, Смарт ТВ, Смарт годинник – електроніка вже давно перестала бути звичайною річчю і знайшла розум. Прогрес рухається вперед і «розумними» стають вже чайники, мікрохвильові печі, будинки і навіть міста. Технологія Інтернет речей (IoT) – це новий етап у розвитку Інтернету. Вона поєднує підключені пристрої в одну мережу, що дозволяє їм взаємодіяти між собою, а людям повністю автоматизувати процес керування речами [1]. За допомогою Інтернету речей у будинку можна повністю автоматизувати усі звичні процеси. Але мало налаштувати лише одну автоматизовану дію, потрібно, щоб усі процеси працювали за погодженням.

IoT поки що не надто популярний в Україні, але початок уже покладено. У Києві збудовано міський дата-центр, в якому буде зосереджено інформацію всіх міських систем та сервісів. Встановлено камери відеоспостереження, які допомагають поліції фіксувати порушення. Планується встановити датчики, які будуть аналізувати стан довкілля. У Вінниці створено автоматизовану систему управління ЖКП на базі хмарної платформи Microsoft. У ній зберігаються