

**М.М. ЛУЗ**

BNP Paribas Cardif, Україна,  
e-mail: *maksim\_luz@ukr.net*.

**М.П. МОКЛЯЧУК**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,  
e-mail: *moklyachuk@gmail.com*.

## **МІНІМАКСНА ФІЛЬТРАЦІЯ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ З ПЕРІОДИЧНО СТАЦІОНАРНИМИ ПРИРОСТАМИ**

**Анотація.** Розглянуто задачу оптимальної фільтрації функціоналів, що залежать від невідомих значень стохастичної послідовності з періодично стаціонарними приростами на основі спостережень послідовності зі стаціонарним шумом. Для послідовностей з визначеними спектральними щільностями отримано формули для обчислення значень середньоквадратичних похибок та спектральних характеристик оптимальних оцінок функціоналів. Запропоновано формули, що визначають найменш сприятливі спектральні щільності та мінімаксні (робастні) спектральні характеристики оптимальних оцінок функціоналів у тому випадку, коли спектральні щільності послідовності точно не відомі, тоді як визначені множини допустимих спектральних щільностей.

**Ключові слова:** періодично стаціонарні прирости, мінімаксно-робастна оцінка, найменш сприятлива спектральна щільність.

### **ВСТУП**

Упродовж останнього десятиліття моделі з довгою пам'яттю та нестационарні моделі постійно перебувають у полі зору дослідників (див., наприклад, [1–3]). Ці моделі використовують для аналізу даних із різних галузей економіки, фінансів, кліматології, забруднення повітря, а також під час оброблення сигналів. З моменту першого видання [4] моделі інтегрованої авторегресії рухомого середнього (ARIMA) є стандартним інструментом аналізу часових рядів. Добре зарекомендували себе моделі, які містять дробове інтегрування. У [5] досліджено сезонну модель ARFIMA та проаналізовано її застосування до монетарної політики Федерального резерву США. Інший тип нестационарності описано періодично корельованими або циклостационарними процесами, визначеними в [6]. Ці процеси широко використовують для оброблення сигналів [7]. Періодичні часові ряди можна розглядати як продовження моделі SARIMA [8, 9]. Наведені моделі використовують для оцінювання параметрів моделі та задач прогнозування.

Зауважимо, що безпосереднє застосування розроблених результатів до реальних даних може призвести до значного збільшення значень похибок оцінок через наявність похибок вимірювань, неповної інформації про спектр тощо. Це є причиною підвищення інтересу до робастних методів оцінювання, які є обґрунтованими в таких випадках. Так, наприклад, у [10] запропоновано робастний метод оцінювання параметрів моделі SARFIMA та проілюстровано його застосування для прогнозування концентрацій забруднювачів — діоксиду сірки  $SO_2$ .

Робастні методи успішно застосовують для розв'язання задач оцінювання лінійних функціоналів від невідомих стохастичних процесів. У [11] вперше була сформульована як гра двох гравців і розв'язана задача мінімаксної екстраполяції стаціонарних процесів. Огляд результатів з робастних методів аналізу даних зроблено в [12]. Останні результати з мінімаксного оцінювання для