

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції  
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:**  
**ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**

10 листопада 2023 року



**Полтава 2023**

Each symbol can represent or convey one or more bits of data. In the transmitting device there is a fixed number of symbols on the channel at a fixed and known symbol rate, and at the receiving device this sequence of symbols is identified in order to restore the transmitted data.

### LITERATURE:

1. Huynh-The Th. et al. *Automatic Modulation Classification: A Deep Architecture Survey*. – *IEEE Access*, 2021. – 51, P. 142950–142971.
2. Cramer, J. S. *The origins of logistic regression*. – *Tinbergen Institute*, 2022. – P. 167–178.

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ СИГНАЛІВ У ЗАСОБАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*І.П. Плюйко, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**УДК 621.396**

*А.М. Сільвестров, к.т.н., доцент,*

*В.С. Олєфіренко, студент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### РОЗВИТОК МЕТОДІВ СИХРОНІЗАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Сучасні досягнення у галузі безпроводового зв'язку та постійний прогрес у виробництві мікросхем відкривають нові можливості для розробки та впровадження інноваційних розподілених комунікаційних систем, зокрема, безпроводових сенсорних мереж. Ці мережі відрізняються високою масштабованістю та гнучкістю, що робить їх ідеальними для моніторингу та спостереження за різними аспектами фізичного світу у різних галузях. Інтерес до дослідження та застосування сенсорних мереж великий завдяки їхнім можливостям.

Сенсорні мережі стають важливими складовими різних галузей, де використання традиційних безпроводних мереж стає неефективним, ускладненим або навіть неможливим. Це обумовлено різноманітністю доступних датчиків та виконавчих механізмів, простотою в розгортанні та експлуатації, надійністю, компактністю та порівняно низькою вартістю. Саме ці якості сприяють поширенню та зростанню застосувань сенсорних мереж, включаючи їх впровадження в більш глобальні системи, такі як Інтернет речей.

Предметом дослідження є розвиток методів синхронізації в безпроводових сенсорних мережах [1].

Проблема, що вирішується: забезпечення передачі інформації в безпроводовій сенсорній мережі в умовах обмеженого енергетичного та обчислювального ресурсів і покращення показників якості передачі даних без впливу на тривалість часу життя мережі.

Актуальність обумовлена стрімким розвитком безпроводового зв'язку в світі в цілому та безпроводових сенсорних мереж, зокрема як складової Інтернету речей (IoT). Аспект синхронізації для них є критично важливим, оскільки проектування багатьох протоколів і успішна реалізація програм вимагають точного часу. Для ефективної комунікації між вузлами мережі (встановлення і проведення сеансів зв'язку з мінімальними витратами енергії) з метою передачі даних також потрібна ефективна синхронізація часу [2].

Мета роботи – розвиток методів синхронізації в безпроводових сенсорних мережах шляхом покращення енергоефективності мережі та показників синхронізації часу.

Практичні задачі, на вирішення яких спрямовано роботу:

- Проведення детального аналізу існуючих протоколів і підходів до синхронізації часу в безпроводових сенсорних мережах.
- Дослідження їх переваг і недоліків.
- На основі проведеного порівняльного аналізу запропонувати рішення, яке дозволило б покращити ефективність часової синхронізації в безпроводових сенсорних мережах.

Значимість роботи для розв'язання економічних і соціальних проблем полягає в підвищенні ефективності роботи систем безпроводового сенсорного зв'язку державних, військових, сільськогосподарських та інших комерційних структур у разі їх використання як у звичайних умовах, так і у важкодоступних місцях та на місцевості зі складним рельєфом.

Наукові задачі досліджень включають в себе вирішення таких питань:

- Адаптація сучасних телекомунікаційних технологій до вимог безпроводових сенсорних мереж, які є складовою концепції Інтернету речей, що набуває широкої популярності та бурхливо розвивається.
- Удосконалення моделі безпроводових сенсорних мереж з урахуванням вимог до її продуктивності та працездатності в умовах обмежених ресурсів та стійкості в умовах критичних ситуацій.
- Розробка методу прецизійної синхронізації у безпроводових сенсорних мережах із використанням швидких та повільних локальних годинників.
- Проведення імітаційного експерименту для доведення достовірності розвинутих методів.

Було проаналізовано та доповнено методи прецизійної синхронізації у безпроводових сенсорних мережах з використанням швидких та повільних локальних годинників. Запропоновано алгоритм підтримки синхронізації та алгоритм розрахунку часу наступного сеансу зв'язку в безпроводових сенсорних мережах.

Практична значимість отриманих результатів полягає в тому, що розроблені положення та концепції є методологічною основою для підвищення енергозбереження та ефективності функціонування безпроводових сенсорних мереж. Це дозволить підвищити достовірність передачі інформації в мережевих потоках та скоротити час доставки повідомлення, а також підвищити рівень енергозбереження безпроводових сенсорних мереж. Отримані результати можуть бути використані організаціями-замовниками, які займаються моніторингом стану довкілля та інших фізичних систем, системами сигналізації і т. д., а також науково-дослідними організаціями для проведення нагляду та спостереження над різними проектами та розробками.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. D. Mills, *Internet time synchronization: the network time protocol*, *IEEE Transactions on Communications*, 39 (1991), P.1482–1493.
2. S. Ganeriwal, R. Kumar, and M. Srivastava, *Timing synch protocol for sensor networks*, in *Proceedings of 1st International Conference on Embedded Network Sensor Systems*, pp. 138–149. ACM, 2005.
3. N. Freris and P. Kumar, *Fundamental limits on synchronization of affine clocks in networks*, in *Proceedings of 46th IEEE Conference on Decision and Control*, pp. 921–926. IEEE, 2009.
4. S. Ganeriwal, D. Ganesan, H. Shim, V. Tsitsis, and M. B. Srivastava, *Estimating clock uncertainty for efficient duty-cycling in sensor networks*, in *Proceedings of the SenSys*, pp. 130–141. ACM, 2005.
5. J. V. Greunen and J. Rabaey, *Lightweight time synchronization for sensor networks*, in *Proceedings of the 2nd ACM International Conference on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA)*, pp. 11–19. ACM, 2005.

### DEVELOPMENT OF SYNCHRONIZATION METHODS IN WIRELESS SENSOR NETWORKS

*A.M. Silvestrov, Ph.D., associate professor,*

*V.S. Olefirenko, Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 681.527.2**

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,*

*В.В. Зливко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ

Системи зрошення широко застосовують у сільському господарстві. Для приводу насосних установок у цих системах переважно використовуються асинхронні двигуни (АД). Переважна більшість їх застосовуються в