

## **МЕТОД АДАПТАЦІЇ БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ПОБУДОВАНИХ НА РАДІОГІДРОАКУСТИЧНИХ БУЯХ ДО УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ**

**Кутельова О.С., Великий О.О., Петрова В.М.**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна*

*E-mail: olga.kuteleva@gmail.com, a.a.velikiy@gmail.com*

### **Method of adaptation of wireless sensor networks built on the radio sonar sonobuoys for condition functioning**

Experimentally proven resource cost reduction in the design, deployment and operation of wireless sensor networks built on radio sonar sonobuoys using algorithmic and software implementation of a rational calculation of network topology with the possibility of its practical play. This system is used to monitor water waters (pollution, level radioactive waste, etc.) as well as in the military field to determine the deployment of ships and submarines of the enemy.

Актуальними залишаються проблеми пов'язані з пошуком об'єктів на водних акваторіях (кораблів, підводних човнів, тощо), нафтових продуктів, тощо. Сенсорна мережа побудована на радіогідроакустичних буюх – макротехнологія подвійного призначення, може бути використана як у цивільних (виявлення джерел нафтових забруднень), так і у військових (для захисту водних кордонів) цілях. Застосовуються з метою виявлення підводних човнів та інших підводних об'єктів, зв'язку з підводними човнами, а також у наукових цілях. Гідроакустичний буй (також радіогідроакустичний буй, РГБ) - вільно плаваючий або встановлений на якорі буй, призначений для випромінювання та / або прийому та ретрансляції по радіоканалу гідроакустичних сигналів. Застосовуються з метою виявлення підводних човнів та інших підводних об'єктів, зв'язку з підводними човнами, а також у наукових цілях (знаходження місця розливу нафтопродуктів, тощо). Як правило, скидаються з літака, вертольоту або надводного корабля. Після потрапляння у воду протягом певного часу автоматично приводяться в робоче положення. При цьому з донної частини поплавця на кабелі опускається на певну глибину приймач і / або передавач гідроакустичних коливань. Ухвалений гідроакустичний сигнал по УКХ-радіоканалу ретранслюється на літак або корабель-носій у вигляді частотно-модульованого сигналу [1].

Сучасні РГБ забезпечують гнучкість пошуку підводних човнів (об'єктів) в різних тактичних ситуаціях завдяки можливості зміни глибини занурення гідрофонів, а також вибору схеми постановки бар'єрів або полів.

Основною проблемою БСМ залишається визначення оптимальної кількості сенсорів, ефективно обслуговувану площу, потрібний запас енергоносіїв (акумуляторних батарей), оптимальна топологія БСМ і т.д. [2].

Для підвищення ефективності БСМ запропоновано використати експертно-моделюючу систему (ЕМС). Існує множина проектів  $\{T_1, \dots, T_k\}$ . Для прийняття рішення про впровадження проекту БСМ побудованої на

радіогідроакустичних буях (РГБ) залучають групу експертів, які виконують експертизу із застосуванням системної методології передбачення. Це дозволило: розробити для БСМ побудованої на РГБ ієрархічну систему критеріїв оцінки ефективності їх функціонування, удосконалити метод вибору найкращого варіанту в умовах невизначеності, розробити експертно-моделюючий комплекс імітаційних моделей для перевірки прийнятих рішень [3].

Метод отримання експертно-моделюючої системи. На рис.1 зображений метод експертної оцінки показників якості БСМ побудованих на РГБ.

Побудова системи критеріїв оцінки ефективності БСМ побудованої на РГБ відображає розрахунки експертами ефективності БСМ побудованої на РГБ, а саме: визначення оптимальної кількості сенсорів, оптимальну топологію мережі, обслуговувану площу, потрібний запас енергоносіїв і т.д., при зібранні та аналізуванні інформації про потрібну БСМ побудованої на РГБ. Також будуються сценарії розвитку можливих ситуацій при експлуатації БСМ побудованої на РГБ, розраховуються обсяги та масштаби.

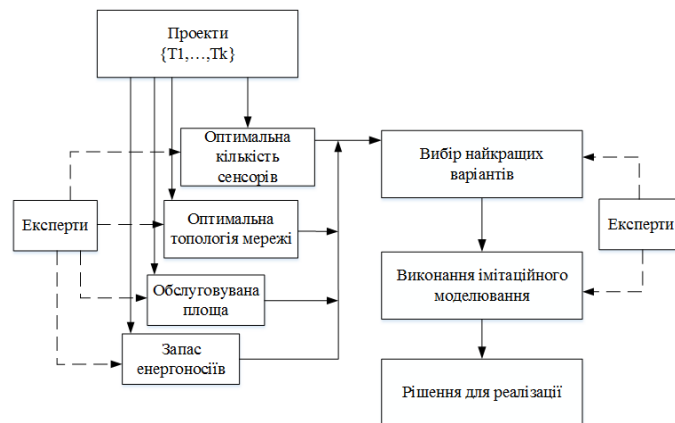


Рис.1 Удосконалена модель експертизи проектів БСМ побудованої на РГБ

Після зібраних варіантів, аналізу всіх критеріїв, робиться вибір найкращих варіантів із запропонованих. Заповнюється матриця, яка містить сценарії  $\{C1, \dots, Cn\}$ , та  $\{T1, \dots, Tm\}$  – проекти ТКС зони лиха. Кожен проект містить всі сценарії, за який експерти виставляють умовні оцінки їх доцільності і ефективності. Вибір найкращого варіанту проводиться за допомогою методів теорії ігор (критерієм Вальда, критерієм Севіджа, критерієм Гурвиця).

Для практичного застосування вибраних варіантів, виконується імітаційна модель, а також розрахунки ефективності тієї чи іншої системи (Рис.2).

Результати моделювання. Всі розрахунки накладаються на топографічну карту місцевості, з якого можна зробити висновок щодо досконалості мережі, які компоненти потрібно додати, чи замінити. Вибирається певний вид РГБ, який краще підходить для виконання конкретного завдання, чи то моніторинг водних акваторій на рахунок допустимих рівнів радіації чи викидів шкідливих речовин у водні ресурси, чи моніторинг водних акваторій на предмет перебування/пересування військових об'єктів.



Рис.2 Виконання імітаційного моделювання БСМ побудованої на РГБ.

Після цього можна ще раз розрахувати БСМ, і отримати результат задовольняючої мережі. За результатами робиться висновок, яка із запропонованих систем краще підходить для даної БСМ побудованої на РГБ, і приймається рішення на реалізацію даного методу (див. рис. 3) [4].



Рис.3 БСМ побудована на РГБ розрахована за допомогою ЕМС.

Таким чином, за допомогою ЕМС підвищується ефективність проектування і використання БСМ побудованих на РГБ (об'єктивно визначаються недоліки і система допрацьовується). Оптимальні значення кожного з параметрів системи та умов замовника призводить БСМ побудованої на РГБ до максимально ефективного використання.

### Література

1. Лаверов Н. П., Рослов Ю. В., Лобковский Л. И. и др. «Перспективы донной сейсморазведки в Российской Федерации» // Арктика: экология и экономика. - 2011. - № 4.
2. Великий А.А., Лисенко О.І. «Метод експертної оцінки показників телекомунікаційних систем зони лиха в умовах деструктивних впливів» // Восьма міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми Телекомунікацій». – 2014.
3. Сложные технические и эргадические системы: метод использования / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиятдинов, А. В. Харченко, В. В. Осташевский. – Х. : Факт, 1997. – 240 с.
4. Y. Noh, U. Lee, Member, P. Wang.: VAPR: Void Aware Pressure Routing for Underwater Sensor Networks, Proc. IEEE (2014).