

**Анахова О. В.**, ст. викл.  
Державний університет  
телекомунікацій

## **ІННОВАЦІЙНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МУЛЬТИПЛЕКСУВАННЯ**

*Розглянуто нове, захищене патентом України, застосування використовуваних у техніці телекомунікацій методів мультиплексування. Результатом інновації є підвищення ефективності виробництва за рахунок оптимального використання природно-антропогенних ресурсів.*

**Постановка проблеми.** Типовою для спостережень джерел випромінювання геофізичних полів є багатоточкова система з відношенням "один-до-багатьох", в якій багато (до 100-300) пунктів прийому хвиль реєструють сигнал, збуджений в одному джерелі [1].

Прагматична сучасність, заснована на засадах раціоналізму, потребує отримання максимального результату за умови мінімізації витрат. В ідеалі, таким вимогам може відповідати система з відношенням "багато-до-одного". У цьому випадку система спостережень джерел випромінювання складається з низки пунктів збудження, а хвилі реєструються на одному-єдиному пункті прийому сигналу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Стан техногенного навантаження на території України обумовлюється наявністю на територіях суміжних держав гідродинамічно небезпечних об'єктів, аварії на яких можуть мати транскордонний характер. Курська атомна електростанція (м. Курчатів, Росія, 100 км на північ від м. Суми) містить розташований на заплаві ріки Сейм охолоджувач. Унаслідок проривів дамб, що укріплюють береги, забруднюючі речовини потрапляють у відкриті водотоки, рівень забрудненості води в Сеймі різко підвищиться і може фіксуватися на транскордонному створі в с. Тьоткіне [2].

Аварії на 203-х українських об'єктах підвищеної небезпеки можуть зумовити надзвичайні ситуації регіонального та державного рівня. Велика кількість таких об'єктів зосереджена в Донецькій (19 од.) і Луганській (8 од.) областях, та в АР Крим (8 од.) [3]. Із загостренням терористичної ситуації в державі для них виникають вірогідні терористичні загрози [2].

При обмеженості інформації щодо глибин віддалених водойм, зокрема при транскордонному моніторингу гідрологічних загроз, єдиною можливістю прогнозування надзвичайної ситуації визнаний дистанційний контроль [4].

Таку роботу виконують за допомогою літальних апаратів. Спосіб дистанційного контролю рівня води використовує просторово рознесені передавальну і приймальну станції. На рис. 1 показана схема роботи системи.

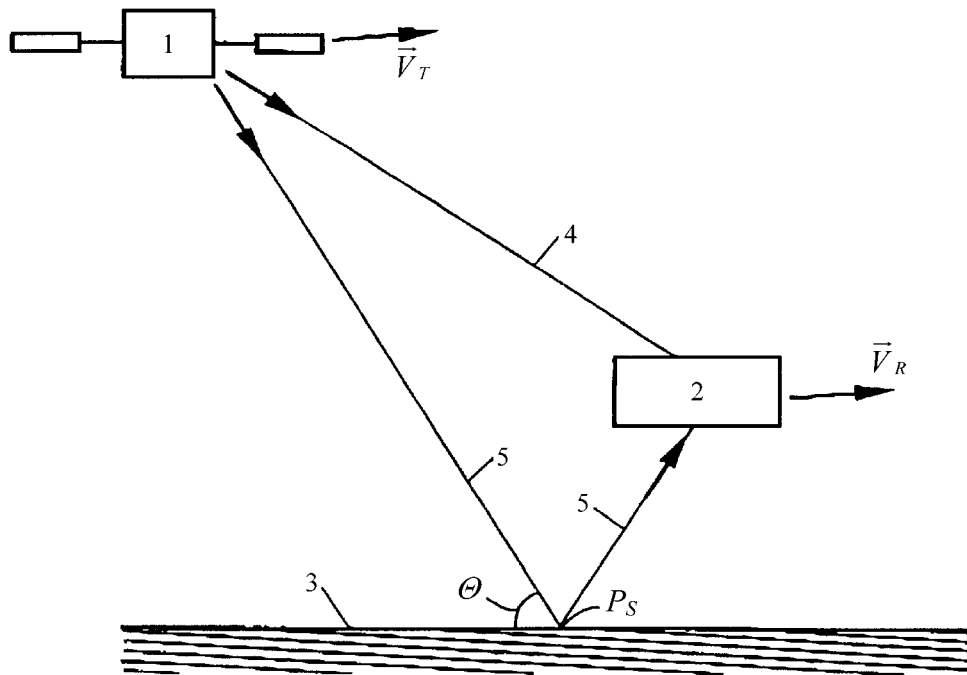


Рис. 2. Схема роботи системи моніторингу рівня води водойми: 1 – супутник системи GPS зі швидкістю руху  $\vec{V}_T$ ; 2 – приймач-висотомір на борту супутника на низькій навколосемній орбіті або повітряного судна, що пролітає зі швидкістю  $\vec{V}_R$ ; 3 – поверхня води; 4, 5 – сигнал, переданий від супутника системи GPS;  $\Theta$  – кут падіння сигналу;  $P_S$  – точка відбиття [5]

Водна поверхня умовно розбивається на елементарні площадки, які розміщені безперервно вздовж смуг захоплення просторово рознесених станцій прийому-передачі електромагнітного сигналу. Виконуються послідовні вимірювання відбитого сигналу. Отримані дані збираються, аналізуються, зберігаються, передаються центральною станцією моніторингу.

Даний спосіб не є оптимальним, оскільки використовує систему з відношенням "один-до-одного", в якій один пункт прийому хвиль (приймач-висотомір) реєструє сигнал, відбитий від одного джерела – поверхні води.

**Невирішена раніше частина загальної проблеми.** Геофізична розвідка в якості фізичного каналу використовує геологічне середовище, в якості корисних сигналів – пружні коливання, геомагнітні варіації, електромагнітні поля тощо. Типова методологія геофізичної розвідки у порівнянні із телекомунікаціями нераціонально використовує основний ресурс – геосередовище (геофізичний простір), яке, згідно принципу суперпозиції, об'єднує корисні сигнали різних джерел. Другим недоліком типової методології є нераціональне використання технологічного обладнання, яке для спостереження джерел випромінювання використовує багатоточкова система з відношенням "один-до-багатьох".

**Метою статті** є оптимізація геофізичної розвідки за рахунок застосування методів мультиплексування.

**Викладення основного матеріалу.** У техніці телекомунікацій передбачено передачу корисного сигналу по кількох логічних каналах в одному фізичному каналі. Для досягнення оптимального використання ресурсів розроблено методи мультиплексування.

При просторовому розділенні канали використовують різні сегменти транспортної мережі.

При частотному розділенні канали використовують смугу частот [6]:

$$f_s = f_u - f_l, \quad (1)$$

де  $f_u, f_l$  – верхня і нижня частоти, відповідно.

При часовому розділенні канали використовують "свої" інтервали часу тривалістю  $\tau_i$ , послідовність інтервалів складає повний цикл  $T_s$  [6]:

$$T_s = \sum_{i=0}^n \tau_i. \quad (2)$$

Прикладом оптимального застосування методів мультиплексування в геофізичній розвідці є спосіб моніторингу рівня води у водоймі [7].

Циклічні зміни рівня при власних коливаннях води у водоймі породжують вібрації дна. Вібрації, збуджені власними коливаннями, обумовлюють наступні, індивідуальні для водойм, властивості [4]:

1) повний цикл генерування власних коливань являє собою характерні для резонансних амплітудно-модульовані коливання. Цикл складається з послідовності етапів – пауза, збудження, затухання. На рис. 1 показані амплітудно-модульовані власні коливання (суцільна лінія) на фоні стаціонарних гармонічних коливань (штрихова). Етап відсутності власних коливань триває в період часу від  $t_0$  до  $t_1$ , збудження коливань – від  $t_1$  до  $t_2$ , затухання – від  $t_2$  до  $t_3$ .

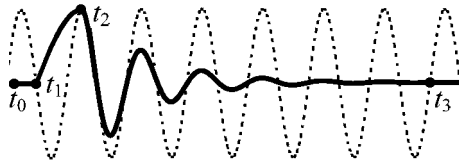


Рис. 1. Амплітудно-модульовані власні коливання [4]

2) частоти власних коливань обумовлюються морфометричними характеристиками водойм. Залежність  $f_s(D)$  можна пояснити для моделі у формі прямокутного басейну з горизонтальним дном і незмінними характеристиками:

$$f_s^{ab} = \frac{\sqrt{g \times D(t)}}{2} \sqrt{\left(\frac{a}{L(t)}\right)^2 + \left(\frac{b}{W(t)}\right)^2}, \quad L(t) = const, \quad W(t) = const, \quad (3)$$

де  $f_s$  – частота власних коливань;  $a=1,2,\dots,a$ ;  $b=1,2,\dots,b$  – кількість вузлів поздовжньої і поперечної хвилі, відповідно;  $g=9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;  $t$  – час;  $D, L, W, D(t), L(t), W(t)$  — глибина, довжина, ширина басейну і закони їх зміни, відповідно.

3) азимуту віддалених водойм визначаються місцеположенням засобу вимірювань вібрацій, збуджених власними коливаннями, щодо водойм. Азимут  $\varphi$  є функцією відхилення напрямку по горизонталі  $\alpha$  і вертикалі  $\beta$ :  $\varphi(\alpha, \beta)$ .

Перераховані властивості забезпечують можливість багатоканального моніторингу вібрацій дна, обумовлених власними коливаннями різних водойм, за рахунок:

1) часового розділення коливань, яке визначають їх амплітудно-модульовані цикли;

2) частотного розділення коливань, яке визначають морфометричні характеристики водойм;

3) просторового розділення коливань, яке визначають напрями приходу сигналів.

**Висновки.** Пропонується інноваційна технологія застосування методів мультиплексування, спрямованих на оптимальне використання ресурсів, у геофізичній розвідці. Представлено приклад – економічно ефективний, захищений патентом України спосіб дистанційного вимірювання глибини водного басейну, який допускає використання одного-єдиного засобу вимірювань, і який забезпечує можливість спостереження рівнів води у декількох водоймах одночасно. Базовими засадами прикладної методики, вимірювання власних коливань водойм, є стабільність частот затухаючих коливань, обмежених часовими рамками одного циклу коливань і напрямом приходу сигналу.

### **Список використаних джерел**

1. Хмелевской В. К. *Геофизические методы исследований* [Под ред. Н. И. Селиверстова] / В. К. Хмелевской, Ю. И. Горбачев, А. В. Калинин, М. Г. Попов, Н. И. Селиверстов, В. А. Шевнин. Петропавловск-Камчатский: изд-во КГПУ, 2004. – 232 с.

2. *Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році.* – К., 2015. – 365 с.

3. *Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році.* – К., МНС України. – 252 с.

4. Анахов П. В. *Вимірювання глибини водойми методом власних коливань* / П. В. Анахов, О. В. Анахова // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.* – 2015. – №1. – С. 36-40.

5. Patent 6,549,165 USA, Int.Cl. G 01 S 3/02, G 01 S 5/14. *Ocean altimetry interferometric method and device using GNSS signals* / M. M. Neira, P. C. Matellano, G. Ruffini; Assignee Agence Spatiale Europeene, France. – Appl. No. 09/766,455; Filed 19.01.2001; Date of Patent 15.04.2003.

6. Бірюков М. Л. *Транспортні мережі телекомунікацій. Системи мультиплексування* / М. Л. Бірюков, В. К. Стеклов, Б. Я. Костік; ред.: В. К. Стеклов. – К.: Техніка, 2005. – 312 с.

7. Пат. 90436 України, МПК G01F 23/22. *Спосіб моніторингу рівня води у водоймі* / Анахова О. В. – №и 2013 15408; заявл. 30.12.2013; опубл. 26.05.2014; Бюл. №10.

**Анахова О. В.** *Инновационное применение методов мультиплексирования.* Рассмотрено новое, защищенное патентом Украины, применение используемых в технике телекоммуникаций методов мультиплексирования. Результатом инновации является повышение эффективности производства за счет оптимального использования природно-антропогенных ресурсов.

**Anakhova O. V.** *Innovative methods of multiplexing.* We examined new, protected by patent of Ukraine, applications of telecommunications technology, which were used by methods of multiplexing. The result of innovation - improve production efficiency through the optimal use of natural and man-made resources.