

АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Вступ

Інтенсивний розвиток бездротових телекомунікаційних систем (ТКС) у сучасних умовах приводить до збільшення їх екологічного впливу на людину. Разом з тим, поряд з великою кількістю технічних засобів ТКС засоби контролю їх випромінювань не знайшли аналогічного поширення.

Нормуванню випромінювань приділяється велика увага [1, 2], однак питання оперативного контролю реальних рівнів випромінювання стаціонарних і мобільних ТКС у більшості установ і в побутових умовах розглядаються досить обмежено. Однією з причин такої невідповідності є слабкий розвиток (щодо апаратури ТКС) портативних засобів виміру потужності випромінювання й доз опромінення радіотехнічного діапазону [3, 4]. Крім того, відомі вимірювальні системи дозволяють проводити вимірювання лише в окремих місцях, де можливо розмістити вимірювач.

Основна частина

Метою даної роботи є розробка системи екологічного моніторингу електромагнітних випромінювань на підставі вимірювання вищих похідних та екстраполяції поля з метою побудови його зображення (карти), яке включає місця, де розміщення вимірювальних приладів неможливо.

В основу системи покладено запропонований у [5, 6] вимірювач з екстраполяцією величини, що вимірюється.

Алгоритмічне забезпечення системи складається з алгоритмів прогнозу (екстраполяції) поля та алгоритмів його візуалізації.

Алгоритм прогнозу поля та визначення дальності до точки з заданим рівнем поля складається з наступних етапів:

- отримання значення напруженості поля та його похідних за допомогою датчиків похідних вищого порядку (ДПВП);
- здійснення грубого пошуку точки з заданим рівнем випромінювання;
- здійснення точного пошуку та визначення дальності до точки з заданим рівнем поля.

Під викриттям заданого рівня поля подається перевищення заданого рівня ЕМП, в результаті прогнозу за допомогою ряду Тейлора.

Грубий пошук здійснюється за допомогою циклічної підстановки у ряд значень дальності прогнозу t_1 :

$$Vp_1(t + t_1) = V_p(t) + V_p(t)^m t_1 + V_p(t)^m \frac{t_1^2}{2!} + \dots + V_p(t)^m \frac{t_1^N}{N!} \quad (1)$$

У момент зміни знаку похибки прогнозу фіксується факт викриття заданого рівня. Точний пошук здійснюється за допомогою підстановки у ряд Тейлора значень дальності прогнозу t_2 , з меншим кроком Δt_2 , ніж у алгоритмі грубого пошуку $t_2 = t_2 + \Delta t_2$.

У момент отримання прогнозного значення поля, яке дорівнює заданому, визначається дальність прогнозу за часом t_{PR} . Фактична (просторова) дальність до точки з заданим рівнем поля дорівнює: $D = V * t_{PR}$, де $t_{PR} = t_1 * t_2$.

Отримання зображень (візуалізація ЕМП) на екрані комп'ютера зумовлена необхідністю отримання інформації щодо результатів викриття та про форму ЕМП;

Для вирішення задачі візуалізації пропонується:

1. ЕМП зображати у вигляді ізоліній з різним інтервалом інтенсивності, достатнім для оптимального розміщення інформації на екрані. Простір між ізолініями ЕМП фарбувати у різний колір від більш яскравого до менш яскравого відповідно до збільшення напруженості поля.

2. Наближення до об'єкту зображати у вигляді чергування ізоліній відносно оцифрованої шкали дальностей на кожному кроці прогнозування.

Розглянемо складові алгоритму, що пропонується.

Рівняння руху точки вимірювання поля:

$$\begin{aligned} \psi &= \int_0^t \omega_y dt; x = \int_0^t v_x dt; y = \int_0^t v_y dt; \\ v_x &= v \cos \psi + v_0 \cos \psi_0 \\ v_y &= v \sin \psi + v_0 \sin \psi_0 \end{aligned} \quad (2)$$

Рівняння аномалії ЕМП:

$$B_0 = \frac{M}{H^2 + (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} \quad (3)$$

Прогноз напрямку лінії візування:

$$\psi_p = \psi_p(0) + \int_0^T \omega_y dt \quad (4)$$

Прогноз поля:

$$B_p = \sum_{i=1}^n y[i] \frac{\Delta t^i}{i!}, \Delta t = 0, \dots, t_p \quad (5)$$

Рівняння датчиків похідних вищого порядку :

$$\begin{aligned} d_{i-1} &= y_i, i = 2, \dots, n; \\ d_n &= K_n [B_0 - \xi_B] - \sum_{i=1}^n K_i y_{n-i+1}, \\ y_i &= \int_0^t d_i dt. \end{aligned} \quad (6)$$

Рівняння зміни дальності прогнозу:

$$t_p = \int_0^T R dt; \quad (7)$$

Прогноз координат точки вимірювання:

$$\begin{cases} x_p = \int_0^T x_{xp} dt; \\ y_p = \int_0^T y_{yp} dt; \\ v_{xp} = v \cos(\psi_p) + v_0 \cos(\psi_{cp}) \\ v_{yp} = v \sin(\psi_p) + v_0 \sin(\psi_{cp}) \end{cases} \quad (8)$$

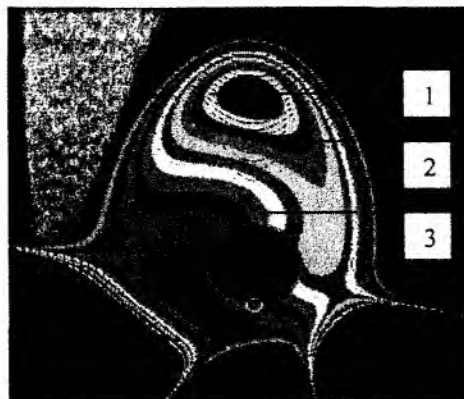
Алгоритм визначення кольору точок, які відображаються:

$$N = \begin{cases} 8 \dots B_p(t) > 0.1 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ 7 \dots B_p(t) > 0.2 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ 6 \dots B_p(t) > 0.3 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ 4 \dots B_p(t) > 0.4 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ 12 \dots B_p(t) > 0.5 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ \dots \\ 11 \dots B_p(t) > 1.3 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ 1 \dots B_p(t) > 1.4 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \\ 15 \dots B_p(t) > 1.5 * B_{с\dot{\lambda}\dot{\lambda}} \end{cases} \quad (9)$$

Рівняння координат точки, яка висвітлюється на зображенні поля:

$$\begin{aligned} x_U &= x_{\dot{\gamma}} - x_p - v_{xp} t_p \\ y_U &= x_{\dot{\gamma}} - y_p - v_{yp} t_p \end{aligned} \quad (10)$$

Зображення отримане на підставі рівнянь (1) – (10) наведено на рисунку.



Висновки

Запропонований алгоритм візуалізації ЕМП дозволяє синтезувати картину його просторового розподілу на екрані комп'ютера по обмеженій кількості вимірювань. Алгоритмічне забезпечення, що пропонується, дозволяє отримати інформацію про характер ЕМП у важкодоступних місцях (наприклад, поруч із антенами базових станцій). Використання цих алгоритмів дозволить значно скоротити час вимірювальних робіт.

Список літератури: 1. Наказ міністерства охорони здоров'я України N 476 від 18.12.2002 «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів». 2. Нетикова Л.И. Воздействие электромагнитного поля создаваемого беспроводными системами связи на биологический объект // Радиотехника, 2007. Вып.148. С.205-208. 23. 3. Поповский В.В., Черный С.В., Нетикова Л.И., Акулов В.Н., Портативный измеритель мощности излучения беспроводных телекоммуникационных систем диапазона 0.1- 3.5 ГГц // МРФ-008. Т.2 "Телекоммуникационные системы и технологии". 2008. С. 218–221. 4. Черный С.В., Нетикова Л.И. Комплекс для экологического мониторинга беспроводных телекоммуникационных устройств и бытовых ВЧ-приборов // Радиотехника 2009. Вып. 156. С.42-44. 5. Чорний С.В., Червоний О.С. Алгоритмічне забезпечення викриття об'єктів за їх аномальними магнітними полями // Харківський інститут льотчиків ВПС: Зб. наук.праць. 1997. Вип. 2. Харків, 1997. С. 146 – 150. 3. 6. Черный С.В., Казьмин А.В. Измеритель магнитного поля : А.с. СССР№1622861, МКИ G01R 33/02, 23.01.91. Бюл. №3.

Харківський національний
університет радіоелектроніки

Надійшла до редколегії 14.09.2009