

ЕКВІВАЛЕНТНА СХЕМА СИСТЕМИ “АПЛІКАТОРНА АНТЕНА– СЕРЕДОВИЩЕ БІОБ’ЄКТА”

(Представлено д.т.н., проф. Манойловим В.П.)

Стаття присвячена розгляду еквівалентної схеми системи “аплікаторна антена–середовище біоб’єкта”, яка відповідає процесам передачі радіотеплового випромінювання середовища біологічного об’єкта в антену-аплікатор. Також отримано співвідношення між елементами еквівалентної схеми для коефіцієнта відбиття та коефіцієнтів передачі кожної складової потужності, що можуть бути експериментально визначені для відомої внутрішньої структури середовища і конкретної конструкції антени.

Постановка задачі. Знаходження неоднорідного середовища з електричними втратами в безпосередній близькості до апертури антени обумовлює дуже сильний вплив на електричні характеристики антени. Іноді середовище може навіть виступати в ролі ланки, що входить до самої конструкції антени. Тому при аналізі властивостей антен-аплікаторів та процесів передачі радіотеплового випромінювання середовища в антену-аплікатор необхідно розглядати антену-аплікатор та середовище як єдину систему.

Запальні процеси в організмі людини часто мають локальний характер та супроводжуються підвищенням температури в осередку запалення. Тому вимірювання внутрішньої температури біологічного середовища являє значний інтерес для медицини. Серед неінвазивних (дистанційних) способів термометрії відомі інфрачервоне тепlobачення [1], метод ядерного магнітного резонансу [2]. Однак жоден з цих методів не отримав практичного використання через ряд суттєвих недоліків.

Метою роботи є отримання модельного представлення системи „аплікаторна антена–середовище біоб’єкта” у вигляді еквівалентної схеми, яка дозволить проаналізувати процеси передачі радіотеплового випромінювання середовища біологічного об’єкта в антену-аплікатор.

Виклад основного матеріалу. Для опису картини електричних та магнітних полів і процесів переносу енергії в системі „антена–середовище” можна скористатися рівняннями Максвелла в комплексній формі. Якщо в деяких областях середовища заданий розподіл збуджуючих електричних та магнітних струмів, то можна записати [5]:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} H &= i \omega \varepsilon_a E + J^E \\ \operatorname{rot} E &= -i \omega \mu_a H + J^M \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де E – вектор комплексної амплітуди напруженості електричного поля; H – вектор комплексної амплітуди напруженості магнітного поля; ε_a – абсолютна комплексна діелектрична проникність середовища; μ_a – абсолютна магнітна проникність середовища; J^E, J^M – вектори комплексної амплітуди об’ємної щільності відповідно стороннього електричного та магнітного струмів.

Розглянемо картину випромінювання об’єму V середовища, в якому розподілений деякий запас електричної W_E і магнітної W_M енергій. Цей запас двох енергій, в принципі, може надаватись середовищу одоразово, або підтримуватись на деякому рівні зовнішніми силами, наприклад потужністю P стороннього генератора, що створює електричні й магнітні струми в апертурі антени, розташованої поблизу обраної області середовища. Розгляд цієї задачі пов’язаний з розв’язком щодо умов системи “аплікаторна антена–середовище біоб’єкта”, рівнянь Максвелла, розв’язки яких для аналогічних умов наведені в [2] у вигляді комплексної теореми Пойнтінга. Ця теорема в комплексній формі зводиться до балансу потужностей:

$$\frac{1}{2} \int_A [E \times H^*]_n dA + i \omega \int_V \left[\frac{\mu_a |H|^2}{2} - \frac{\varepsilon_a |E|^2}{2} \right] dV + \int_V \frac{\sigma |E|^2}{2} dV = \frac{1}{2} \int_V [-J^M H^* - J^E E] dV, \quad (2)$$

де n – зовнішня нормаль до поверхні A , що охоплює об’єм V , який містить джерела збудження.

Щільність потоку потужності, що виходить з об’єму V , визначається комплексним вектором Пойнтінга:

$$S = \frac{1}{2} [E \times H^*]. \quad (3)$$

Аналіз комплексної теореми Пойнтінга (2) і структури поля в системі “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта” дозволяють представити модель системи у вигляді еквівалентної схеми, що складається з двох комплексних опорів, які являють собою вихідний опір антени і вхідний опір радіометра. Будемо вважати, що поверхня інтегрування A стягнута до поверхні антеною системи. Тоді можна написати, що спектральна щільність повної комплексної потужності, що надходить на вхідний роз’єм антени, наприклад потужність шуму вхідних кіл радіометра, дорівнює (надалі для стислості всі спектральні щільності потужності будемо називати просто потужністю):

$$P = P^a + i P^r = P_i + P_k, \quad (4)$$

де P^a – активна потужність, що підводиться до роз’єму антени; P^r – реактивна потужність, що підводиться до роз’єму антени; P_i – комплексна потужність випромінювання антени; P_k – комплексна потужність, що розсіюється елементами конструкції антени.

Комплексна потужність випромінювання антени може бути представлена через вектор Пойнтінга [1]:

$$P_i = \frac{1}{2} \int_A [E \times H^*]_n dA = P_i^a + iP_i^r, \quad (5)$$

а її активну P_i^a і реактивну P_i^r складові можна розділити кожен ще на декілька частин, наприклад на потужності випромінювання в прилеглу область (зона 1) і область простору, що залишився та простягається до нескінченності (зона 2):

$$P_i^a = P_1^a + P_2^a, \quad (6)$$

$$P_i^r = P_1^r + P_2^r, \quad (7)$$

де індекси "1" і "2" відповідають однойменним зонам. Комплексна потужність P_k може бути представлена у вигляді суми:

$$P_k = P_k^a + i P_k^r, \quad (8)$$

де P_k^a – активна складова, котра поглинається елементами конструкції антени; P_k^r – реактивна складова, котра зазвичай виникає внаслідок наявності неоднорідних елементів у конструкції антени, наприклад в узгоджуючо-симетруючому пристрої, розподільнику живлення випромінювача, самого випромінювача і т.ін.

Таким чином, повну комплексну потужність, що надходить на вхідний роз’єм антени, можна представити у вигляді:

$$P = P_1^a + P_2^a + P_k^a + i (P_1^r + P_2^r + P_k^r). \quad (9)$$

Вхідний імпеданс антени, наприклад для перетину вхідного роз’єму, дорівнює [1]:

$$z = \frac{P}{JJ^*}, \quad (10)$$

де J – ефективне значення струму в перетині вхідного роз’єму.

Якщо у виразі (10) замість повної потужності взяти комплексну потужність випромінювання, то одержимо вираз для комплексного опору випромінювання антени в середовищі [1]:

$$z_i = \frac{P_i}{JJ^*} = r_i + ix_i. \quad (11)$$

Аналогічним способом можна одержати вираз для активних опорів випромінювань у зони 1, 2 та опір втрат в елементах конструкції антени:

$$r_1 = \frac{P_1^a}{JJ^*}, r_2 = \frac{P_2^a}{JJ^*}, r_k = \frac{P_k^a}{JJ^*}. \quad (12)$$

Запишемо так само вираз для реактивних опорів випромінювань у зони 1, 2 та реактивний опір елементів конструкції антени:

$$x_1 = \frac{P_1^r}{JJ^*}, x_2 = \frac{P_2^r}{JJ^*}, x_k = \frac{P_k^r}{JJ^*}. \quad (13)$$

Всі ці опори з’єднані послідовно між собою і складають вхідний імпеданс антени:

$$z = r_1 + r_2 + r_k + i (x_1 + x_2 + x_k). \quad (14)$$

Тому еквівалентна схема системи “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта–вхід радіометра” може бути представлена у вигляді, зображеному на рис. 1, де $z_r = r_r + ix_r$ – вхідний імпеданс радіометра. В еквівалентній схемі рис. 1 відповідно до основних положень флукуаційно-дисипаційної теореми діючі джерела потужності радіотеплового випромінювання представлені у вигляді генераторів шуму. Кожен генератор являє собою послідовно з’єднане джерело ЕРС і комплексний опір, нагрітий до відповідної

шумової температури. Середній квадрат спектральної щільності шумової ЕРС кожного такого генератора може бути знайдений за формулою Найквіста [3]:

$$\overline{e_f^2} = 4kTr, \tag{15}$$

де k – стала Больцмана; T – температура активної частини комплексного опору; r – активна частина комплексного опору.

Якщо статистичні характеристики потужності шумів вхідних кіл радіометра та потужності теплового випромінювання досить схожі, то спектральну щільність потужності шумів вхідних кіл радіометра можна характеризувати шумовою температурою, а на еквівалентній схемі представити у вигляді генератора шуму, утвореного комплексним опором, нагрітим до шумової температури. Середній квадрат спектральної щільності шумової ЕРС такого еквівалентного генератора можна одержати, використовуючи формулу (15).

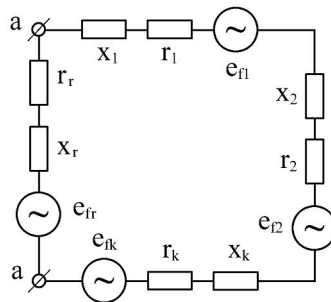


Рис. 1. Еквівалентна схема системи “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта–вхід радіометра”

Величина активної частини опору випромінювання антени важлива з точки зору зіставлення її з величиною опору втрат r_k , що визначає потужність втрат в елементах конструкції антени. При цьому коефіцієнт корисної дії антени дорівнює [4]:

$$\eta = \frac{P_i^a}{P_i^a + P_k^a} = \frac{r_1 + r_2}{r_1 + r_2 + r_k}. \tag{16}$$

Іноді для оцінки ближнього реактивного поля випромінюючої системи вводять коефіцієнт реактивності, що являє собою відношення модуля комплексної потужності випромінювання антени до активної випромінюваної потужності [1]:

$$q = \frac{|P_i|}{P_i^a} = \frac{|z_i|}{r_i}. \tag{17}$$

Анени з великим коефіцієнтом реактивності $q \geq 10$ володіють сильним реактивним полем і тому при роботі в середовищі з поглинанням зазвичай мають значну величину r_1 , що свідчить про значне поглинання потужності середовищем в області ближньої зони.

В аплікаційних вимірюваннях часто можна вважати, що середовище, наприклад біологічного об’єкта, займає півпростір, який розташований перед робочою поверхнею антени. При цьому деякі типи антен можуть мати помітний рівень випромінювання в протилежний вільний півпростір. Оцінити рівень цього випромінювання можна за допомогою коефіцієнта розсіювання [4], [5], що може бути представлений у вигляді:

$$\beta = \frac{|P_\beta|}{|P_i|}, \tag{18}$$

де P_β – комплексна потужність випромінювання в протилежний від робочої поверхні вільний півпростір.

В еквівалентній схемі потужність теплового випромінювання простору середовища, розташованого перед робочою поверхнею антени (зони 1 і 2), представлена у вигляді шумових опорів $z_1 = r_1 + ix_1$ і $z_2 = r_2 + ix_2$. Опори нагріті до температур, що дорівнюють радіаційним температурам середовища зон 1 і 2. Потужність теплових шумів в елементах конструкції антени представлена в цій еквівалентній схемі у вигляді шумового опору $z_k = r_k + ix_k$, нагрітого до температури елементів конструкції антени. Усі розглянуті в еквівалентній схемі генератори шуму не корельовані, отже в опорі навантаження $z_r = r_r + ix_r$ (перетин "а-а") будуть додаватися незалежно один від одного потужності (значення квадратів модулів напруг) кожного діючого джерела шуму. Тому надалі можна розглядати окремо

проходження потужності кожного генератора шуму в опір навантаження (вхідний комплексний опір радіометра), а загальна потужність у навантаженні буде дорівнювати їхній сумі. Потужність теплового випромінювання простору середовища, прийнята антеною із зони 1, представлена в еквівалентній схемі генератором шумової ЕРС $\overline{e_{f1}^2}$ з вихідним опором z_1 . Квадрат модуля ефективного значення напруги, утвореного цим генератором на вхідному опорі радіометра z_r дорівнює:

$$|U_1|^2 = U_1 U_1^* = \frac{\overline{e_{f1}^2} |z_r|^2}{|z_s|^2} = \frac{4kT_1 \operatorname{Re}(z_1) |z_r|^2}{|z_s|^2}, \quad (19)$$

де $\overline{e_{f1}^2}$ – середній квадрат спектральної щільності ЕРС генератора, утвореного опором r_1 ; T_1 – температура середовища в зоні 1:

$$z_s = z_1 + z_2 + z_k + z_r. \quad (20)$$

Квадрати модуля напруг, що утворюються на вхідному опорі радіометра z_r , для компонентів потужності, прийнятої антеною із зони 2, і потужності теплових шумів в елементах конструкції антени мають вигляд:

$$|U_2|^2 = \frac{4kT_2 \operatorname{Re}(z_2) |z_r|^2}{|z_s|^2}, \quad (21)$$

де T_2 – температура середовища в зоні 2;

$$|U_k|^2 = \frac{4kT_k \operatorname{Re}(z_k) |z_r|^2}{|z_s|^2}, \quad (22)$$

де T_k – температура елементів конструкції антени.

Квадрат модуля напруги на вхідному опорі радіометра z_r , створюваного потужністю шуму елементів вхідного ланцюга радіометра, дорівнює:

$$|U_r|^2 = \frac{4kT_r \operatorname{Re}(z_r) |z_s - z_r|^2}{|z_s|^2}. \quad (23)$$

Результуюче значення спектральної щільності квадрата модуля напруги на вхідному опорі радіометра дорівнює:

$$|U|^2 = \frac{4k}{|z_s|^2} \left\{ |z_r|^2 (T_1 r_1 + T_2 r_2 + T_k r_k) + |z_s - z_r|^2 T_r \operatorname{Re}(z_r) \right\}. \quad (24)$$

З цього виразу видно, що складові потужності (квадрат модуля напруги) на вході радіометра залежать не тільки від температури середовища, елементів конструкції антени і величини їх еквівалентних активних складових опорів випромінювань, але і від їх реактивних складових. У загальному випадку комплексні опори випромінювань, що представляють в еквівалентній схемі різні компоненти потужності, значно залежать від електричних властивостей середовища. Для виділення тієї частини потужності, що несе в собі інформацію про температуру середовища, необхідно знати величини опорів випромінювань в процесі прийому потужності випромінювання з середовища досліджуваної області об'єкта. Однак провести прямі вимірювання цих величин часто важко чи неможливо, тому є сенс вирази (19–24) представити через коефіцієнти відбиття та коефіцієнти передачі потужності, приведені до перетину "а–а" (входу радіометра).

Потужність теплового випромінювання простору середовища, що надходить з зони 2 в комплексний опір навантаження антени, записаний для перетину "а–а" має вигляд:

$$P_2 = kT_2 (1 - |\Gamma|^2) \eta_2, \quad (25)$$

де $\Gamma = |\Gamma| e^{i\varphi}$ – коефіцієнт відбиття по напрузі в перетині "а–а";

$$\Gamma = \frac{z_s - 2z_r}{z_s}; \quad (26)$$

η_2 – коефіцієнт передачі потужності випромінювання із зони 2 в комплексний вхідний опір радіометра для перетину "а–а":

$$\eta_2 = \frac{r_2}{\operatorname{Re}(z_s - z_r)}. \quad (27)$$

Аналогічно можна одержати вираз для інших складових потужності:

$$P_1 = kT_1(1 - |\Gamma|^2)\eta_1, \tag{28}$$

де η_1 – коефіцієнт передачі потужності випромінювання із зони 1 в комплексний опір навантаження антени для перетину "а-а", що дорівнює:

$$\eta_1 = \frac{r_1}{\text{Re}(z_s - z_r)} \tag{29}$$

та

$$P_k = kT_k(1 - |\Gamma|^2)\eta_k, \tag{30}$$

де η_k – коефіцієнт передачі потужності, теплових шумів елементів конструкції антени в комплексний опір навантаження для перетину "а-а", який дорівнює:

$$\eta_k = \frac{r_k}{\text{Re}(z_s - z_r)}. \tag{31}$$

Потужність, що виділяється в комплексному опорі навантаження антени, яка надходить туди від усіх генераторів шуму еквівалентної схеми, може бути представлена у вигляді:

$$P = P_1 + P_2 + P_k = k(1 - |\Gamma|^2)(T_1\eta_1 + T_2\eta_2 + T_k\eta_k). \tag{32}$$

Відповідно до закону збереження енергії з виразів (27), (29) і (31) маємо рівність:

$$\eta_1 + \eta_2 + \eta_k = 1. \tag{33}$$

З виразів (26) і (32) видно, що для всіх компонентів потужності коефіцієнт відбиття однаковий. Його величина для перетину вхідного роз'єму може бути просто виміряна існуючими вимірювачами КСХН або за допомогою радіометрів [6], [7], [8]–[12], [13] в процесі прийому теплового випромінювання середовища.

Використовуючи рівність (33), можна скоротити число невідомих величин у виразі (32), наприклад шляхом заміни $\eta_k = 1 - (\eta_1 + \eta_2)$.

Коефіцієнти η_1 та η_2 визначають співвідношення потужностей випромінювань з прилеглої та віддаленої областей простору середовища, тобто характеризують розподіл по глибині зон прийому теплового випромінювання для конкретної антени і дозволяють визначити значення інтегральних температур в цих областях простору.

Якщо необхідно одержати більш докладну чи конкретну інформацію про випромінювання цілком визначеної області середовища, то з усього простору можна виділити області з досить стабільними в часі формою та електричними властивостями. Можна весь простір середовища розбити на більш дрібні зони, наприклад плоскі, сферичні чи інші форми, всередині яких залишаються приблизно постійними температура та електричні властивості. Потужність випромінювань кожного окремого шару чи виділеної області в еквівалентній схемі можна представити у вигляді ланцюжка послідовно з'єднаних комплексних опорів z_j та відповідних генераторів ЕРС. При цьому для опору випромінювання антени z_r повинна виконуватись умова:

$$z_i = \sum_{j=1}^n z_j = z_1 + z_2 \tag{34}$$

та для коефіцієнтів передачі потужності:

$$\sum_{j=1}^n \eta_j + \eta_k = 1, \tag{35}$$

де n – кількість шарів, на які розбитий весь випромінюючий простір; j – номер шару.

Потужність, що виділяється в опорі навантаження антени від усіх джерел випромінювання, прийме вигляд:

$$P = k(1 - |\Gamma|^2) \left[\sum_{j=1}^n T_j \eta_j + T_k \left(1 - \sum_{j=1}^n \eta_j \right) \right], \tag{36}$$

де T_j – середня температура j шару чи області; η_j – коефіцієнт передачі потужності випромінювання j шару чи області в навантаження антени.

Відомо, що в наближенні плоскошаруватої моделі з плоскою структурою хвиль вагові функції залежать головним чином від електричних властивостей середовища та напрямку випромінювання. У виразах (32) та (36) вагові функції $\eta_j(1 - |\Gamma|^2)$ для реальної антени можуть мати значні відмінності від аналогічних функцій в наближенні плоских хвиль. Тому точні значення вагових функцій потрібно

визначати експериментально для кожної конкретної конструкції антени та діелектричних властивостей досліджуваного середовища.

Для повноти картини в (36) потрібно додати потужність шуму вхідних кіл радіометра, приведену до перетину «а–а»:

$$P_r = k |\Gamma|^2 T_r, \quad (37)$$

яка залежить від коефіцієнта відбиття в перетині «а–а».

Слід зазначити, що усі складові величини еквівалентної схеми системи “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта–вхід радіометра” являють собою спектральні щільності. Тому при порівнянні експериментальних результатів з даними аналізу еквівалентної схеми необхідно останні проінтегрувати в заданій смузі частот.

Висновки

1. Таким чином, отримані модельні представлення системи “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта” у вигляді еквівалентної схеми, яка дозволяє проаналізувати в загальному вигляді та для широкого кола різних конструкцій антен і різноманітних структур, температур і електричних властивостей середовища взаємодії всередині системи.

2. Отримано співвідношення між елементами еквівалентної схеми для коефіцієнта відбиття та коефіцієнтів передачі кожної складової потужності, що можуть бути експериментально визначені для відомої внутрішньої структури середовища і конкретної конструкції антени.

3. Встановлено, що для збільшення глибини прийому потужності з середовища та глибини передачі потужності в середовище варто використовувати антени з малим значенням коефіцієнта реактивності, тобто надширокосмугові без помітних концентрацій енергій електричних і магнітних полів в апертурі антени.

4. З отриманих співвідношень для коефіцієнта відбиття та коефіцієнтів передачі видно, що для збереження їх незмінними в процесі прийому теплових випромінювань від каліброваних еталонів і досліджуваного об’єкта необхідно, щоб структура та електричні властивості середовищ каліброваних еталонів і досліджуваного об’єкта були дуже близькими між собою, особливо в прилеглий до антени зоні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Gustav F. Bohr A.* // IEEE Trans. Microwave th. And Tehcn. – 2002. – V. 50. – P. 2393–2400.
2. *Hinshaw W.S., Zent A.H.* // Proc. IEEE. – 1983. – V. 71. – № 3. – P. 338–350.
3. *Резник А.Н., Юрасова Н.В.* Ближнепольная СВЧ томография биологических сред. Журнал технической физики. – 2004. – Т. 74. – Вып. 4. – С. 108–116.
4. *Шапури И.П., Филоненко Е.Г.* СВЧ-зонд для неразрушающего контроля параметров диэлектриков // Радиоэлектроника. – 1999. – № 3. – С. 11–20.
5. *Марков Г.Т., Сазонов Д.М.* Антенны. – М.: Энергия, 1975. – 528 с.
6. *Мейнке Х., Гундлах Ф.В.* Радиотехнический справ очник: Пер. с нем. – Москва–Ленинград: Госэнергоиздат, 1961. – 416 с.
7. *Рытов С.М.* Введение в статистическую радиофизику. В 2 ч. Случайные процессы. –Ч. 1. – М.: Наука, 1976.– 494 с.
8. *Цейтлин Н.М.* Применение методов радиоастрономии в антенной технике. – М.: Сов. Радио, 1966. – 147 с.
9. *Белов И.Ф., Дивакова Е.К., Добрынина Т.Н.* Вибраторные антенны для контактных измерений внутренней температуры тел // Сборник трудов Всесоюзной конференции «Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами». – М. – 1985. – С. 164–168.
10. *Luedeke K.M., Koehler J. and Kanzenbach J.* A New Radiation Balance Microwave Thermograph for Simultaneous and Independent Temperature and Emissivity Measurements // Journal of Microwave Power. – 1979. – Vol. 14. – № 2. – P. 117–121.
11. *Гаевский В.С., Маречек С.В., Мешков Ю.В.* и др. Радиотермоскоп // Электронная промышленность. – 1987. – № 1. – С. 29.
12. А. с. 1105832 СССР. МКИ³ G 01 R 29/03. Модуляционный радиометр СВЧ-диапазона / В.С. Аблязов, К.Т. Мурзабулатов. – 4 с.
13. А. с. 1626205 СССР. МКИ³ G 01 R 29/08. Радиометр / В.С. Гаевский, С.В. Маречек, Ю.В. Мешков и др. – 4 с.
14. А. с. 1626211 СССР. МКИ³ G 01 R 29/26. Радиометр / В.С. Гаевский, С.В. Маречек, Ю.В. Мешков и др. – 4 с.
15. А. с. 1617387 СССР. МКИ³ G 01 R 29/08. Радиометр / В.С. Гаевский, С.В. Маречек, Ю.В. Мешков и др. – 4 с.

16. 12. А. с. 1626210 СССР. МКИ³ G 01 R 29/26. Радиометр / В.С. Гаевский, С.В. Маречек, Ю.В. Мешков и др. – 4 с.
17. 13. А. с. 1667505 СССР. G 01 R 29/08, G 01 S 13/95. Радиометр / В.С. Гаевский, С.В. Маречек, Ю.В. Мешков – 4 с.

НАЗАРЧУК Леся Юріївна – аспірантка кафедри медичних приладів та систем факультету інформаційно-комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- електродинаміка;
- теорія аплікаторних антен;
- фізика НВЧ.

Тел.: 8-0412-36-89-40.

E-mail: Lnazarchuk@rambler.ru

Подано 11.11.2004

Назарчук Л.Ю. Еквівалентна схема системи “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта”
Назарчук Л.Ю. Эквивалентная схема системы “аплікаторная антенна – среда биообъекта”
Nazarchuk Lesja U. The equivalent circuit of system "applicatorial aerial–environment of bioobject"

УДК 621.372.8

Еквівалентна схема системи “аплікаторна антена–середовище біооб’єкта” / Л.Ю. Назарчук

Стаття присвячена розгляду еквівалентної схеми системи “аплікаторна антена – середовище біооб’єкта”, яка відповідає процесам передачі радіотеплового випромінювання середовища біологічного об’єкта в антену-аплікатор. Також отримано співвідношення між елементами еквівалентної схеми для коефіцієнта відбиття та коефіцієнтів передачі кожної складової потужності, що можуть бути експериментально визначені для відомої внутрішньої структури середовища і конкретної конструкції антени.

УДК 621.372.8

Эквивалентная схема системы “аплікаторная антенна – среда биообъекта” / Л.Ю. Назарчук

Данная статья посвящена рассмотрению эквивалентной схемы системы “аплікаторная антенна – среда биообъекта”, которая отвечает процессам передачи радиотеплового излучение среды биологического объекта в антену-аплікатор. Также получены соотношения между элементами эквивалентной схемы для коэффициента отражения и коэффициентов передачи каждой составляющей мощности, которые могут быть экспериментально определены для известной внутренней структуры среды и конкретной конструкции антенны.

УДК 621.372.8

The equivalent circuit of system "applicatorial aerial–environment of bioobject" / Nazarchuk Lesja U.

Given paper is devoted to consideration of the equivalent circuit of system "applicatorial aerial – environment of bioobject" which answers processes of transfer radiothermal radiation of environment of biological object in applicatorial aerial. Parities between elements of the equivalent circuit for factor of reflection and factors of transfer of each making capacity also are received which can be experimentally determined for known internal structure of environment and concrete design of the aerial.