Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ, НАВЕДЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ НА ПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ

Методические указания
МУК 4.3.678-97

Издание официальное

Минздрав России
Москва
1998

gost.e-ecolog.ru

ББК 38.76
УДК 699.852.7:699.887.3

О-62 Определение уровней напряжений, наведенных электромагнитными полями на проводящие элементы зданий и сооружений в зоне действия мощных источников радиоизлучений: Методические указания.-М.: «Интерсэн», 1998. - 19 с.
ISBN 5-89834-007-6

1. Разработаны Бузовым А.Л., Романовым В.А., Казанским Л.С., Кольчугиным Ю.И., Юдиным В.В. (Самарский отраслевой научно-исследовательский институт радио Министерства связи Российской Федерации).

2. Представлены Госкомсвязи России письмом от 27.05.97 №НТУОТ-1/058.
Одобрены к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России.

3. Утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации от 6 ноября 1997г.

4. Введены впервые.

ISBN 5-89834-007-6

© Минздрав России
© Центр санэпиднормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России

УТВЕРЖДАЮ

Главный государственный
санитарный врач Российской Федерации
Г.Г. Онищенко
06 ноября 1997 г.
МУК 4.3.678 - 97
Дата введения: с момента утверждения.

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ, НАВЕДЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ НА ПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ

Методические указания

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Методические указания составлены в помощь инженерам органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы, инженерно-техническим работникам, проектным организациям средств связи с целью обеспечения предупредительного санитарного надзора за источниками

Издание официальное.

Настоящие методические указания не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России.

излучения кило- (НЧ), гекто- (СЧ) и декаметрового (ВЧ) диапазонов технических средств радиовещания и радиосвязи, а также для прогнозирования уровней напряжений, наведенных электромагнитными полями на проводящие элементы зданий и сооружений в зоне действия мощных источников радиоизлучений этих диапазонов.

2. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Расчетный метод основан на предварительном расчете распределения тока, наведенного на проводящие элементы (металлоконструкции) объекта (здания или иного сооружения) полем излучения антенн радиостанций.

Задача о нахождении наведенного тока решается как внешняя электродинамическая задача методом интегрального уравнения в тонкопроволочном приближении. Исследуемый объект представляется в виде системы цилиндрических проводников. В соответствии с тонкопроволочным приближением, во-первых, считается, что ток течет по оси проводника (т.е. поверхностная плотность тока как векторная функция пространственных координат заменяется линейным осевым током - скалярной функцией криволинейной координаты, отсчитываемой вдоль оси проводника), а во-вторых, на поверхности проводника учитывается только тангенциальная составляющая электрического поля, параллельная его оси.

Для решения интегрального уравнения используется разновидность метода моментов - метод сшивания в дискретных точках при кусочно-синусоидальном базисе разложения искомой токовой функции. Интегральное уравнение имеет смысл граничного условия на поверхности проводника, которое выражается равенством нулю тангенциальной составляющей полного электрического поля - суперпозиции поля излучения антенн радиостанций и поля, создаваемого излучением наведенных токов. В рамках данного метода граничное условие накладывается в дискретных точках - точках сшивания. Интегральное уравнение сводится к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), решаемой относительно коэффициентов разложения токовой функции по кусочно-синусоидальному базису. Число уравнений (неизвестных) СЛАУ, а также число базисных функций равно числу точек сшивания, размещенных вдоль проводников объекта.

Поле излучения радиостанций рассматривается как стороннее (не зависящее от параметров объекта) и рассчитывается (в точках сшивания) с учетом электрофизических параметров реальной почвы, экранирующего и поглощающего действия стен зданий, а также подстилающей поверхности (нижнего перекрытия). Наведенные напряжения рассчитываются как результат действия полей излучения антенн радиостанций и наведенных токов.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НАВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Расчет выполняется в следующей последовательности:

- рассчитываются геометрические параметры проволочной модели исследуемого объекта (пространственные координаты точек сшивания и сегментов - коротких отрезков проводников, на которых определяются соответствующие базисные функции);

- в точках сшивания рассчитываются тангенциальные составляющие стороннего поля - поля излучения антенн радиостанций с учетом электрофизических параметров реальной почвы, влияния стен здания и подстилающей поверхности;

- составляется и решается СЛАУ - аналог интегрального уравнения; найденные коэффициенты разложения совместно с базисными функциями восстанавливают токовую функцию, аппроксимирующую истинное распределение тока;

- по найденному распределению тока с учетом поля излучения антенн радиостанций рассчитываются наведенные напряжения .

3. 1. РАСЧЕТ ПРОВОЛОЧНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

Задается основная декартова система пространственных координат. Относительно исследуемого объекта введенную систему целесообразно ориентировать таким образом, чтобы оси абсцисс и ординат лежали в плоскости земной поверхности, ось аппликат была направлена вертикально вверх.

Исследуемый объект представляется в виде системы цилиндрических проводников. Совокупность осей проводников представляет собой контур L' (не обязательно гладкий и непрерывный), на котором определяется токовая функция I(l'), где l' - криволинейная координата, отсчитываемая вдоль L' (каждой точке на проводниках модели должно однозначно соответствовать некоторое значение l'). Для наложения граничных условий строится контур L, который представляет собой контур L', перенесенный на поверхность проводников (L и L' нигде не пересекаются и не соприкасаются). На контуре L' выделяются N коротких отрезков - сегментов, как показано на рис. 1. Каждый k-й сегмент определяется тремя точками: $l' = a_k$ - начало, $l' = b_k$ - средняя точка, $l' = c_k$ - конец. Отрезки $[a_k, b_k]$ и $[b_k, c_k]$ - соответственно 1-е и 2-е плечи сегмента (k-го) - могут не лежать на одной прямой и иметь разную длину. Соседние сегменты частично перекрываются: средняя точка k-го сегмента b_k совпадает с концом (k-1)-го c_{k-1} и началом (k+1)-го a_{k+1} сегментов. Электрические соединения описываются введением дополнительных сегментов, плечи каждого из которых лежат на разных проводах, как показано на рис. 2.

Длина плеча сегмента не должна превышать 10% длины волны, отношение этой длины к радиусу провода должно находиться в пределах 3 . . . 10.

Каждому сегменту соответствует одна точка сшивания. В качестве точек сшивания берутся точки контура L, наименее удаленные от средних точек соответствующих сегментов.

В результате расчетов на данном этапе должны быть определены пространственные координаты (в основной системе) сегментов и точек сшивания.

3.2. РАСЧЕТ ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ АНТЕНН РАДИОСТАНЦИЙ

Поле излучения антенн радиостанций в некоторой точке наблюдения вычисляется следующим образом.

Антенны рассматриваемых диапазонов представляют собой системы линейных проводников (вибраторов, проводников рефлекторов антенн СГД, проводников ромбических антенн). Каждый проводник представляется как совокупность элементарных электрических вибраторов (ЭЭВ).

Ток каждого ЭЭВ полностью определяется входным сопротивлением, мощностью передатчика и законом распределения тока. В качестве последнего следует задаться синусоидальным распределением тока по проводникам вибраторных антенн и режимом бегущей волны тока в проводниках ромбических антенн. Поле в точке наблюдения находится как суперпозиция полей, создаваемых всеми ЭЭВ антенны. Задача, таким образом, сводится к нахождению поля одного ЭЭВ.

Рассматриваются два типа ЭЭВ - горизонтальные и вертикальные. Практически все многообразие конструкций антенн НЧ, СЧ и ВЧ диапазонов исчерпывается данными типами ЭЭВ. Ниже для указания горизонтального и вертикального ЭЭВ будут использоваться надстрочные индексы "г" и "в", соответственно

Горизонтальный ЭЭВ ориентируется вдоль оси OX вспомогательной декартовой системы (отличающейся от основной только поворотом на некоторый угол α относительно оси аппликат). Высота ЭЭВ относительно плоскости XOY (которая совпадает с поверхностью земли) h. Компоненты разложения по базисным ортам вспомогательной системы электрического поля в некоторой точке наблюдения с координатами x, y, z определяются выражениями:

$$E_x^{г} = \frac{M\, e_x\, e^{jk_1R_1}}{R_1}, \qquad E_y^{г} = \frac{M\, e_y\, e^{jk_1R_1}}{R_1}, \qquad E_z^{г} = \frac{M\, e_z\, e^{jk_1R_1}}{R_1}, \qquad (3.1)$$

где $M = jk_1 I l_{ЭЭВ}$ - дипольный момент;
$k_1 = 2\pi/\lambda$ - волновое число для воздуха;
λ - длина волны, м;
I - амплитуда тока ЭЭВ, А;
$l_{ЭЭВ}$ - длина ЭЭВ, м;
$R_1 = (x^2 + y^2 + (z-h)^2)^{1/2}$ - расстояние между точкой наблюдения и центром ЭВВ.

Размещение сегментов на контуре L`

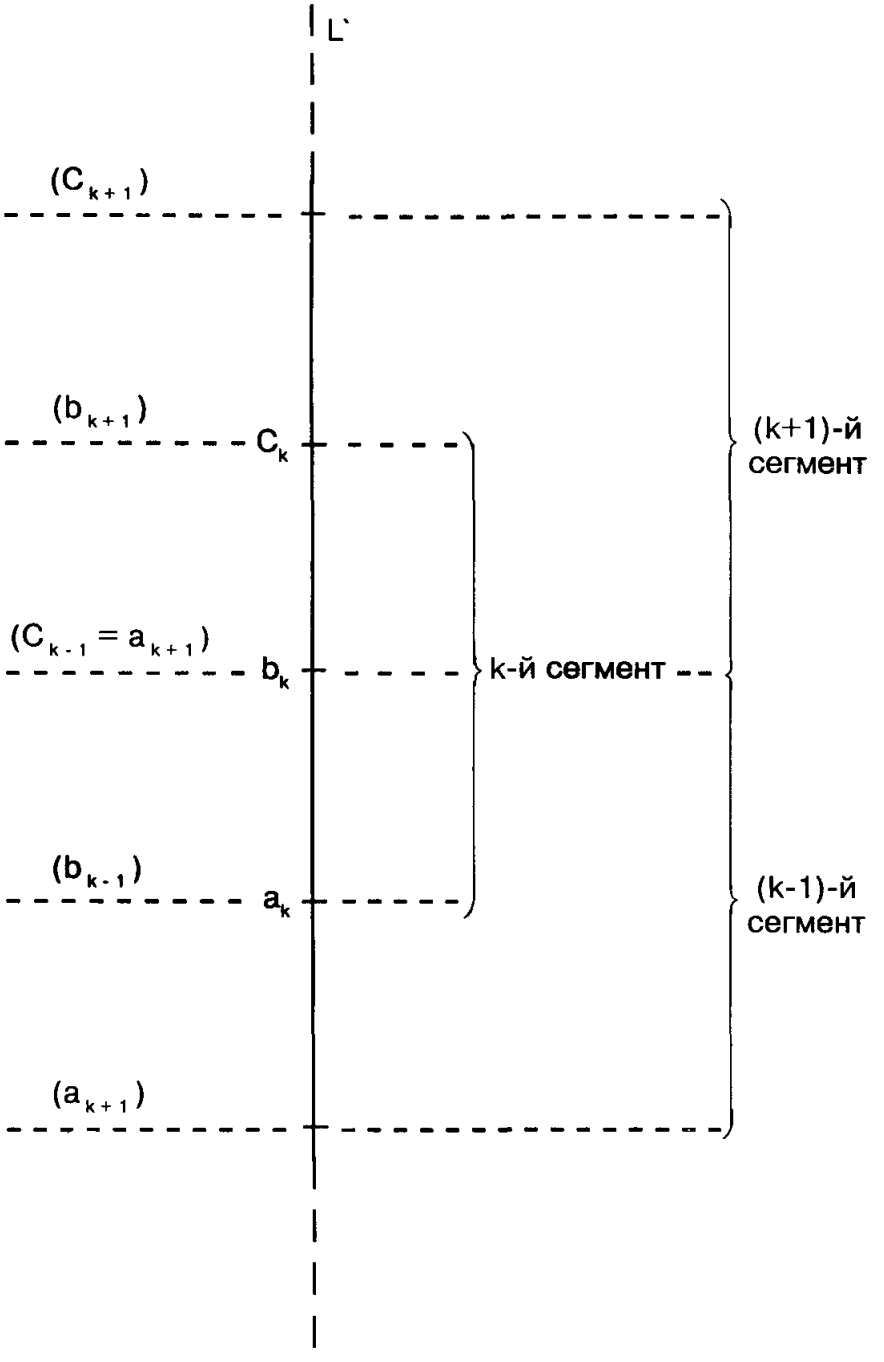

Рис. 1

Описание электрических соединений в проволочной модели

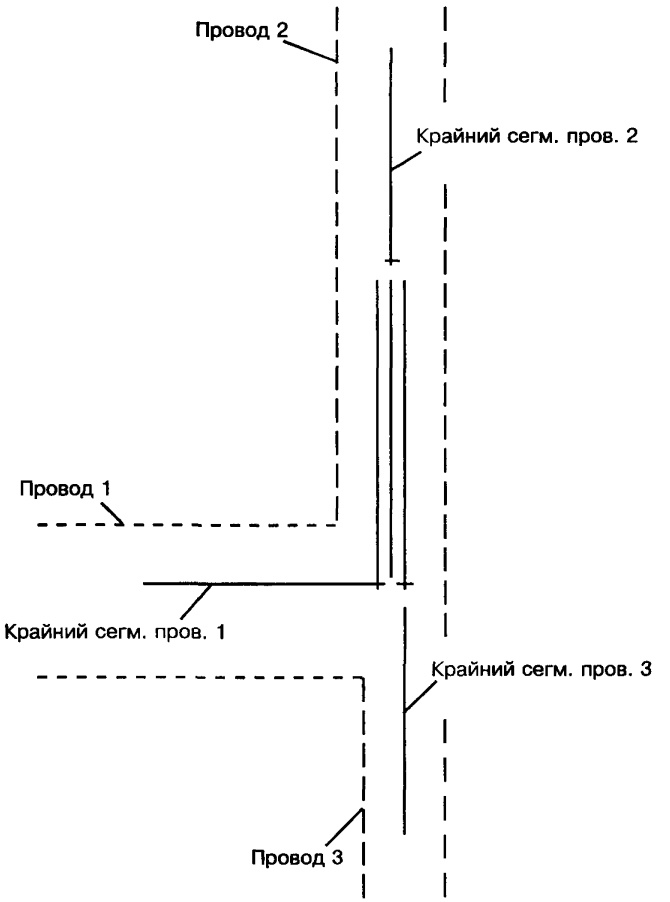

Рис. 2

Функции e_x, e_y, e_z в (3.1) имеют вид:

$$e_x = e_{rx}\cos\varphi - e_{fx}\sin\varphi\ ;$$
$$e_y = e_{rx}\sin\varphi + e_{fx}\cos\varphi\ ; \qquad (3.2)$$
$$e_z = e_{sx}\cos\varphi\ ,$$

где

$$e_{rx} = [\ 1 + a_{rr} - \Delta(1 + b_{rr} + 2i\delta b_s) - 2\delta^2\Delta I(\delta) - 2\Omega U(\delta) + 2\Omega U(1/\delta)\ ]\cos\varphi\ ,$$

$$e_{fx} = \{ - [\ 1 + a`_{rr} - \Delta - \Delta b`_r + 2\Delta I(1/\delta) - 2\Omega U(1/\delta) + 2\Omega U(\delta)\ ]\ \}\sin\varphi\ , \qquad (3.3)$$

$$e_{sx} = a_{rs} - \Delta b_{rs} + 2i\delta\Delta U(\delta)\ .$$

Вертикальный ЭЭВ ориентируется вдоль оси OZ вспомогательной цилиндрической системы и расположен на высоте h над плоскостью z = 0, которая совпадает с поверхностью земли. Компоненты разложения по базисным ортам цилиндрической системы электрического поля в некоторой точке наблюдения с координатами ρ, z (в силу симметрии задачи азимут φ может быть произвольным) определяются выражениями:

$$E_r^B = (\ M\, e_r\, e^{jk_1R_1})\ /R_1\ , \qquad E_z^B = (\ M\, e_z\, e^{jk_1R_1})\ /R_1\ , \qquad (3.4)$$

где функции e_r и e_z имеют вид:

$$e_r = a_{rs} + \Delta b_{rs} - 2i\delta U(\delta)\ ,$$
$$e_z = 1 + a_{ss} + \Delta(-1 + b_{ss} - 2i\delta b_s) + 2\Delta(1 - \delta^2)\,I(\delta)\ . \qquad (3.5)$$

Параметры, входящие в (3.3 - 3.5), вычисляются по формулам:

$$a_{rr} = a\cos^2\Theta - b\sin^2\Theta - 1\ ,$$
$$b_{rr} = a\cos^2\Theta` - b\sin^2\Theta` - 1\ ,$$
$$a_{rs} = -(a + b)\sin\Theta\cos\Theta\ ,$$
$$b_{rs} = -(a` + b`)\sin\Theta`\cos\Theta`\ ,$$
$$a_{ss} = a\sin^2\Theta - b\cos^2\Theta - 1\ ,$$
$$b_{ss} = a\sin^2\Theta` - b\cos^2\Theta` - 1\ ,$$
$$a_r = i(1 + i/k_1R_1)\sin\Theta\ , \qquad a`_r = a_r/k_1r\ ,$$
$$b_r = i(1 + i/k_1R_2)\sin\Theta`\ , \qquad b`_r = b_r/k_1r\ ,$$
$$b_s = id`\cos\Theta\ , \quad d` = 1 + i/k_1R_2\ , \qquad (3.6)$$
$$\Omega = \delta^2\Delta/k_1r\,(1 - \delta^2)\ ,$$
$$\Delta = R_1\exp[-ik(R_1 - R_2)]\ /R_2\ ,$$

$$\delta = 1/ (\varepsilon + i60\lambda\sigma + 1)^{1/2} ,$$
$$a = 1 + i/k_1R_1 - 1/k_1^2R_1^2 , \qquad a` = 1 + i/k_1R_2 - 1/k_1^2R_2^2 ,$$
$$b = 2i (1 + \imath/k_1R_1) /k_1R_1 , \qquad b` = 2\imath (1 + \imath/k_1R_2) /k_1R_2 ,$$
$$\cos \Theta = (z - h) /R_1 , \qquad \cos \Theta` = (z - h) /R_2 .$$

где r, R_2 - геометрические параметры задачи, выражающиеся формулами:

$$R_2 = (x^2 + y^2 + (z + h)^2)^{1/2} , \qquad r = (x^2 + y^2)^{1/2} . \tag{3.7}$$

Вспомогательные функции $I(\delta)$ и $U(\delta)$ выражаются через функцию ослабления y (z,r):

$$I(\delta) = y (z,r) , \qquad U (\delta) = r (i - 1/k_1R_1) y (z,r) /R_1 . \tag{3.8}$$

Для вычисления функции ослабления, в которую входит интеграл вероятности от комплексного аргумента, используются сходящиеся и асиптотические разложения:

$$y (z,r) = 1 + j\sqrt{\pi S_0}\, e^{-s} - 2\sqrt{SS_0} \sum_{\nu = 0}^{n} \frac{(-2S)^{\nu}}{(2\nu + 1)!!} , |S| < 12;$$

$$y (z,r) = 1 - \sqrt{S_0/S} \sum_{\nu = 0}^{n} (2\nu - 1)\, !! /(2S)^{\nu}, \quad |S| \geq 12 \text{ и } \mathrm{Im} (\sqrt{S}) \geq 0 ; \tag{3.9}$$

$$y (z,r) = 1 + 2j\sqrt{\pi S_0}\, e^{s} - \sqrt{S_0/S} \sum_{\nu = 0}^{n} (2\nu - 1)\, !! /(2S)^{\nu}, \quad |S| \geq 12 \text{ и } \mathrm{Im} (\sqrt{S}) < 0;$$

где $S_0 = ik_1R_2\delta^2 /2 (r/R_2)^2$, $S = S_0 [1 + (z + h) /\delta R_2]^2$.

После вычисления поля ЭЭВ как вектора в соответствующей вспомогательной системе координат должны рассчитываться компоненты его разложения по ортам основной системы. Поле излучения $E_{из}$ (вектор в основной системе) находится как векторная сумма полей отдельных ЭЭВ.

3.3. РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКА, НАВЕДЕННОГО НА ПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОБЪЕКТА

Распределение тока определяется как токовая функция $I(l`)$ полностью определяемая коэффициентами разложения по кусочно-синусоидальному базису $I_1, I_2, I_3, \ldots I_N$ (N - число сегментов).

Коэффициенты $I_1, I_2, \ldots I_N$ находятся решением СЛАУ:

$$\sum_{k = 1}^{N} Z_{ik}\ I_k = E_i , \quad i = 1, 2, \ldots N , \tag{3.10}$$

где Z_{ik} - коэффициенты, образующие квадратную матрицу импедансов;

E_{ik} - свободные члены СЛАУ.

Некоторый коэффициент Z_{ik} выражает связь между k-м сегментом и i-й точкой сшивания (физический смысл - тангенциальное поле в i-й точке сшивания при I_k = 1 А) и вычисляется по формуле:

$$Z_{ik} = Z'_{ik} + k_z Z''_{ik}, \qquad (3.11)$$

где Z'_{ik} и Z''_{ik} - составляющие, обусловленные собственно k-м сегментом и его зеркальным изображением в плоскости подстилающей поверхности;

k_z = 1, если объект содержит нижнее (на уровне земной поверхности) железобетонное перекрытие, в противном случае k_z = 0.

Величины Z'_{ik} и Z''_{ik} рассчитываются следующим образом.

На рис. 3 показаны произвольные i-я точка сшивания и k-й сегмент, с каждым плечом которого связана соответствующая вспомогательная цилиндрическая система координат. Сначала вычисляются z-я и r-я компоненты поля (при I_k = 1 А) в точке сшивания поочередно от каждого плеча сегмента. Формулы для z-й и ρ-й компонент поля, создаваемого в точке сшивания одним из плеч сегмента (в соответствующей цилиндрической системе, - см. рис. 3) имеют вид:

$$E_z = \pm j30 \left[\frac{\exp(-j\beta r_1)}{r_1} - \cos(\beta l)\frac{\exp(-j\beta r_0)}{r_0} - z\sin(\beta l)\,(1/(\beta r_0^3) + j/r_0^2)\,\exp(-j\beta r_0)\right], \qquad (3.12)$$

$$E\rho = \pm \frac{j30}{\rho}\left[-\frac{\exp(-j\beta r_1)}{r_1 (z - l)^{-1}} - \cos(\beta l)\frac{\exp(-j\beta r_0)}{r_0 z^{-1}} - \sin(\beta l)\,(1 - z^2/r_0^2 - j\beta z^2/r_0)\frac{\exp(-j\beta r_0)}{\beta r_0}\right]. \qquad (3.13)$$

где r_1 - расстояние до точки наблюдения от начала (конца) сегмента, м;

r_0 - расстояние до точки наблюдения от средней точки сегмента, м;

$\beta = 2\pi/\lambda$ - волновое число;

λ - длина волны, м;

l - длина рассматриваемого плеча, м;

z и ρ - цилиндрические координаты точки наблюдения (соответственно аппликата и проекция радиус-вектора точки на плоскость z = 0, м).

Знак «+» в (3.11, 3.12) соответствует 1-му плечу сегмента, знак «-» - 2-му.

К выводу формул для расчета элементов матрицы импедансов

($O^{(Ц)}$ $Z_1^{(Ц)}$) и ($O^{(Ц)}$ $Z_2^{(Ц)}$) - оси аппликат вспомогательных цилиндрических систем для 1-го и 2-го плеч k-го сегмента, соответственно 1_{z1}, $1_{\rho1}$, 1_{z2}, $1_{\rho2}$ - единичные базисные векторы вспомогательных цилиндрических систем

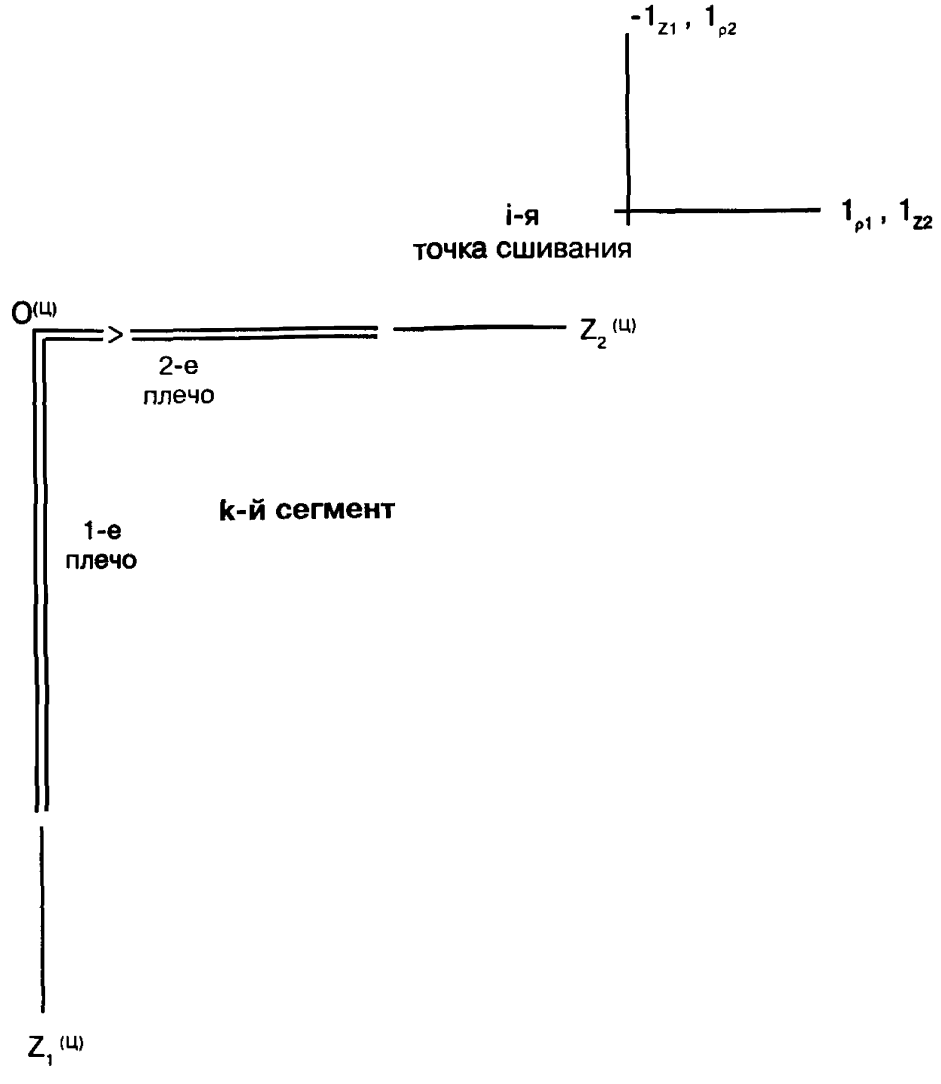

Рис. 3

Пусть z- и ρ-компоненты поля рассчитаны для обоих плеч k-го сегмента, т.е. получены 4 числа. Обозначим их $E_{m,k}$, m = 1, 2, 3, 4. Каждой m-й компоненте в исходной основной системе координат соответствует единичный вектор $1`_{m,k}$. С учетом этих обозначений формула для $Z`_{ik}$ имеет вид:

$$Z_{ik} = \sum_{m=1}^{4} (1_i , 1`_{m,k}) E_{m,k} , \qquad (3.14)$$

где $1_i = (\mathbf{c}_i - \mathbf{a}_i) / |\mathbf{c}_i - \mathbf{a}_i|$ - единичный тангенциальный вектор в i-й точке сшивания ($\mathbf{c}_i$ и $\mathbf{a}_i$ - радиус-векторы конца и начала i-го сегмента).

Величина $Z``_{ik}$ вычисляется аналогичным образом для зеркального изображения k-го сегмента.

Свободный член i-го уравнения СЛАУ (соответствующего i-й точке сшивания) E_i рассчитывается по формуле:

$$E_i = - (1_i , \mathbf{E}_{из}) * P_{ст} \qquad (3.15)$$

где $\mathbf{E}_{из}$ - поле излучения радиостанций в i-й точке сшивания, В/м, вычисленное методом, описанным в п. 3.2.

$P_{ст}$ - коэффициент, учитывающий влияние стен здания (для железобетонных стен $P_{ст}$ = 0,316, во всех остальных случаях $P_{ст}$ = 1).

3.4. РАСЧЕТ НАВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Наведенное напряжение между некоторыми точками с радиус-векторами $\mathbf{v}^0_1$ и $\mathbf{v}^0_2$ вычисляется по формуле:

$$U = - \int_{L^0} [\sum_{k=1}^{N} Z^0_k I_k + (1^0, \mathbf{E}_{из}) P_{ст}] dl^0 , \qquad (3.16)$$

где L_0 - контур интегрирования - прямолинейный отрезок, соединяющий точки $\mathbf{v}^0_1$ и $\mathbf{v}^0_2$;

l^0 - переменная интегрирования - криволинейная координата, отсчитываемая вдоль L^0;

$\mathbf{v}^0$ - радиус-вектор точки l^0 (в основной системе);

$1^0 = (\mathbf{v}^0_2 - \mathbf{v}^0_1) / |\mathbf{v}^0_2 - \mathbf{v}^0_1|$.

$E_{из}$ - поле излучения радиостанций в точке $\mathbf{v}^0$, В/м, вычисленное методом, описанным в п. 3.2.

Коэффициенты Z в (3.16) вычисляются также как и коэффициенты матрицы импедансов (п. 3.3), только вместо точки сшивания берется точка l^0 (с радиус-вектором $\mathbf{v}^0$).

4. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ НАВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

4.1. СОСТАВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В комплекс измерительного обрудования входят следующие комплекты, приборы и вспомогательные устройства:

- селективный микровольтметр SMV 11;

- антенна для измерения напряженности поля «ОРТ» (разработана Самарским отраслевым НИИ радио);

- милливольтметр В3-48А (широкополосный измеритель среднеквадратического значения напряжения произвольной формы в диапазоне 10 Гц ... 50 МГц);

- металлический лист МЛ круговой формы диаметром 1 м, имитирующий тело человека как емкость относительно проводящего пола или реальной земли;

- соединительная шина, обеспечивающая соединение корпуса пробника прибора В3-48А с МЛ;

- диэлектрическая штанга, осуществляющая надежную изоляцию тела оператора от металлоконструкции (штанга прикрепляется к корпусу пробника прибора В3-48А).

4. 2. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Экспериментальное определение величины наведенного напряжения выполняется в следующей последовательности.

4.2.1. Комплектом в составе SMV 11 и антенны «ОРТ» (измеритель напряженности поля) выполняются измерения напряженности поля вблизи металлоконструкции (в местах, доступных для прикосновения). При этом возможны два случая:

- вблизи исследуемого объекта (здание, отдельно стоящее металлическое сооружение) находится одна радиостанция;

- вблизи исследуемого объекта находится несколько радиостанций, но сигнал одной из них существенно превосходит по уровню остальные;

- вблизи исследуемого объекта находится несколько радиостанций, причем сигналы более чем 2-х из них соизмеримы по уровню.

В первом случае измерителем напряженности поля находятся только точки максимумов напряженности поля (т.е. максимумов потенциала на металлоконструкции), в которых затем измеряются наведенные напряжения.

Во втором случае измерителем напряженности поля находятся точки максимумов поля (потенциала) на частоте станции с превалирующим

Схема измерений наведенных напряжений

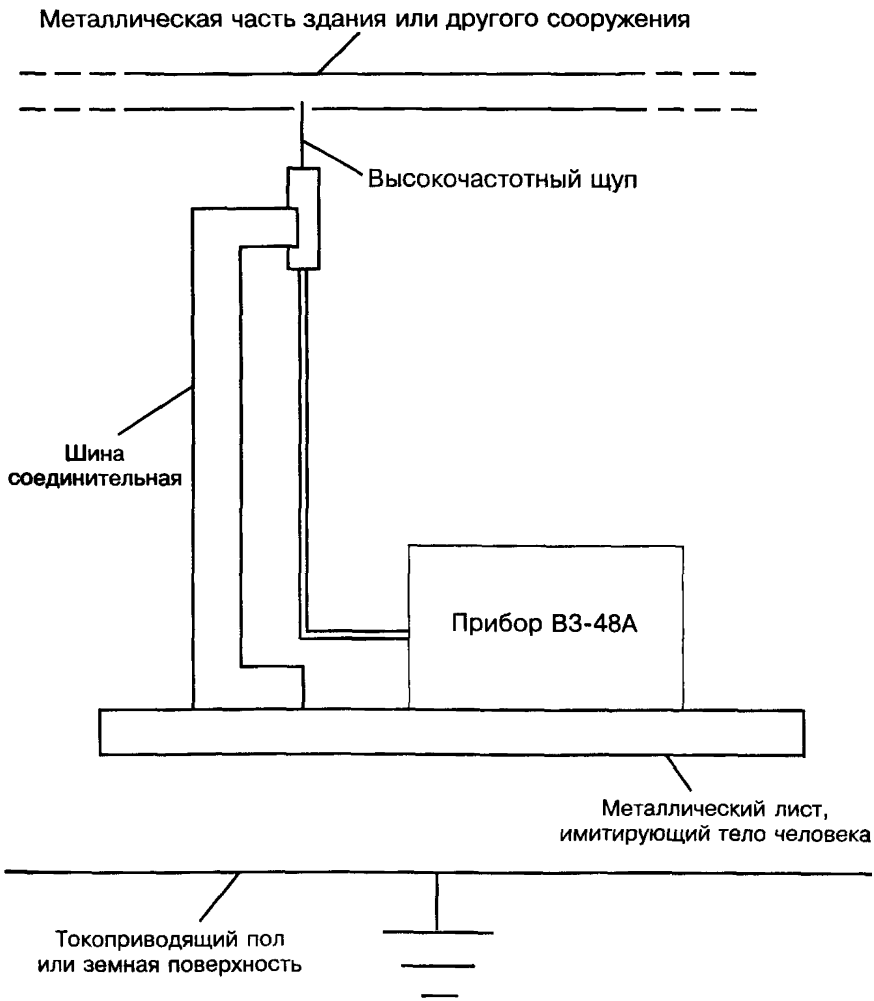

Рис. 4

уровнем сигнала. Фиксируются показания прибора в этих точках, наибольшее значение V_m принимается равным 0 дБ (остальные нормируются по этому уровню). Затем в этих же точках определяются относительные (нормированные к V_m) уровни сигнала на частотах остальных радиостанций V_{ij}, дБ (i- номер радиостанции, j - номер точки измерения). Все показания прибора фиксируются.

В третьем случае определяется относительное среднеквадратическое значение как функция криволинейной координаты x, отсчитываемой вдоль металлоконструкции:

$$V_s(x) = \left[\sum_{i=1}^{N} 10^{Vi(x)/10} \right]^{1/2}, \qquad (4.1)$$

где i - номер радиостанции; N - общее число радиостанций.

Максимумы функции $V_s(x)$ будут точками, в которых необходимо выполнить измерение напряжения. Эти точки фиксируются, фиксируются также показания прибора в этих точках V_{ij}, нормированные к максимальному измеренному уровню V_m.

4.2.2. В найденных точках максимумов напряжения производится его измерение прибором ВЗ-48А согласно схеме рис. 4., предварительно удалив покрытия (например, краску) с поверхности металла в этих точках. При измерениях необходимо щуп прибора плавно приближать к точке касания, контролируя показания прибора. Если измеренное значение оказывается равным 300 В до момента касания, измерение в данной точке прекращается, и делается вывод о превышении в ней уровня 300 В. В противном случае осуществляется касание щупом поверхности металла и фиксируется показание прибора - среднеквадратическое значение U^c_j, В (j - номер точки измерения).

4.2.3. Если радиостанция одна, измерения прекращаются. Значение наведенного напряжения для j-й точки наблюдения берется равным U^c_j, В. Если радиостанций несколько для каждой j-й точки измерения вычисляются значения наведенных напряжений U_{ij}, В по формулам:

$$U_{kj} = U^c_j \left[\sum_{i=1}^{k-1} 10^{(Vij - Vkj)/10} + \sum_{i=k+1}^{N} 10^{(Vij - Vkj)/10} \right]^{-1/2}$$

$$U_{ij} = U_{kj}\, 10^{(Vij - Vkj)/20}, \quad i = 1, 2, \ldots k-1, k+1, \ldots N, \qquad (4.2)$$

где k - номер радиостанции, уровень сигнала которой превышает все остальные.

4.2.4. При проведении измерений прибором ВЗ-48А по схеме, показанной на рис. 4, необходимо обеспечить надежный электрический контакт между соединительной шиной, корпусом пробника прибора и металлическим листом МЛ.

4.2.5. Результаты измерений и расчетов заносятся в протокол.

gost.e-ecolog.ru