

# О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ ПО НЕПРИСПОСОБЛЕННЫМ ЛИНИЯМ

Талецкий Е.Н., Кирильчук В.Б.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Гололобов Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: back147@yandex.ru

**Аннотация** — Рассмотрена методика анализа предизолированных труб сетей теплоснабжения как неприспособленных направляющих систем. Проведен теоретический анализ и приведены результаты расчета характеристик полученной линии передачи.

## 1. Введение

В условиях перегруженности эфира информацией — существует огромное количество служб работающих в различных диапазонах частот (GSM, WCDMA, CDMA2000, LTE, WiMAX, телевидение, радиовещание) — целесообразно предложить перенести хотя бы часть нагрузки по транспортированию информации к потребителю и обратно на закрытые неприспособленные канализирующие системы.

## 2. Основная часть

Более подробно следует остановиться на системе оперативного дистанционного контроля (СОДК) состояния теплосетей. В данной системе выгодно выделяется уже готовая к эксплуатации линия передачи — это проводники-индикаторы СОДК.

Для решения проблемы влияния грунта на распространение электромагнитных волн (ЭМВ) воспользуемся теорией зеркального изображения [1]. Суть теории заключается в замене конечно-проводящей поверхности на идеально-проводящую поверхность, отнесенную на некоторое комплексное расстояние  $h_1$ .

Наиболее простой и наглядный метод нахождения  $h_1$  — сравнение поверхностных сопротивлений на уровне  $z = 0$  в двух случаях (рис. 1).

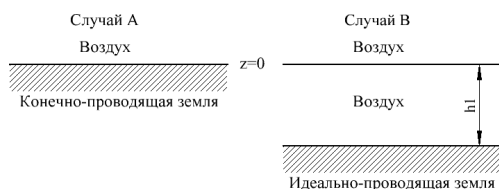


Рис. 1

Для случая, показанного на рис. 1, а, при распространении поперечно-электрических волн мы имеем

$$Z_A = \frac{Z_1}{\sqrt{1 - \gamma_0^2 / \gamma_1^2}}, \quad (1)$$

где  $\gamma_0^2 = -\omega^2 \mu_0 \epsilon_0$  — квадрат постоянной распространения в свободном пространстве;

$\gamma_1^2 = -i\omega \mu_0 (\sigma_1 + i\omega \epsilon_1)$  — квадрат постоянной распространения в земле;

$Z_1$  — волновое сопротивление земли, Ом.

Для случая, показанного на рис. 1, в, можно рассмотреть как распространение радиоволн над двухслойной средой [2]

$$Z_B = Z_0 \gamma_0 h_1 = i\omega \mu_0 h_1, \quad (2)$$

где  $Z_0$  — поверхностный импеданс границы раздела.

Приравняв правые части выражений (1) и (2), получим

$$h_1 = \frac{1}{\gamma_1 (1 - \gamma_0^2 / \gamma_1^2)} = \frac{1}{\sqrt{\gamma_1^2 - \gamma_0^2}}.$$

Векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  в любой точке поля представляют следующую функцию от координаты  $z$

$$e^{-\gamma z} = e^{-(\alpha z + i\beta z)} = e^{-z/h_1}. \quad (3)$$

Выразив постоянную распространения  $\gamma = \alpha + i\beta$  из выражения (3) через  $h_1$ , можно построить зависимость для коэффициента затухания  $\alpha$  от частоты (рис. 2). Сплошная линия соответствует сухому грунту ( $\epsilon_r = 4,243$ ,  $\sigma = 1,483 \cdot 10^{-4}$  См/с), а пунктирная — влажному грунту ( $\epsilon_r = 17,321$ ,  $\sigma = 9,487 \cdot 10^{-3}$  См/с).

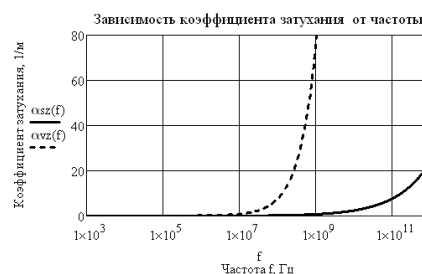


Рис. 2

## 3. Заключение

Таким образом, проанализирована возможность передачи электромагнитной энергии по предварительно изолированным трубам теплосетей с помощью теории зеркального изображения.

Можно сделать вывод, что на частоте 1 ГГц для сухого грунта и на частоте 10 МГц для влажного грунта потери электромагнитной энергии незначительны. Поэтому неприспособленные линии указанного типа можно использовать в качестве направляющих систем.

## 4. Список литературы

- [1] Bannister P.R. The image theory electromagnetic fields of a horizontal electric dipole in the presence of a conducting half space / P.R. Bannister // Radio Sci. — 1982. — № 17(5). — P. 1095 — 1102.
- [2] Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах / Л.М. Бреховских. — М.: Наука, 1973. — 343 с.

## THE POSSIBILITY OF THE TRANSMISSION OF THE ELECTROMAGNETIC ENERGY BY THE UNADAPTED LINE

Taletskiy E.N., Kirilchuk V.B.

Scientific adviser: Gololobov D.V.

Belarusian State University Informatics and Radioelectronics, Belarus

**Abstract** — The method of analysis of preinsulated pipes of heating systems is considered as unsuitable guidance systems. The theoretical analysis of the transmission line has been made. The results, obtained by calculating the characteristics of the transmission line, are presented.