

Действие ионизирующих излучений и ЭМИ ядерного взрыва на проволочные антенны

Попов И.С.

Кафедра теоретической физики

Омский государственный университет имени Ф.М.Достоевского



Цель работы:

1. Рассмотреть возникающие физические процессы и разработать физическую модель действия излучений и частиц ядерного взрыва, полей электромагнитного импульса ядерного взрыва и других поражающих факторов ядерного взрыва на проволочные антенны.
2. На основе физической модели разработать комплексную математическую модель протекающих процессов и произвести её численную реализацию с целью дальнейшего адаптирования расчётов на ЭВМ.
3. Разработать программную реализацию разработанной численной модели. Произвести моделирование действия излучений и частиц ядерного взрыва, полей электромагнитного импульса ядерного взрыва и других поражающих факторов ядерного взрыва на проволочные антенны.
4. Сделать разбор полученных результатов.

Моделирование действия электромагнитного импульса ядерного взрыва в рамках комплексной модели

Уравнение Поклингтона:

$$\frac{i\vec{\tau}(s)}{\omega\epsilon} \left[\text{grad div} \int_L \mathbf{I}(\mathbf{p}) \vec{\tau}(\mathbf{p}) \frac{\exp(-ikR(\mathbf{p},s))}{4\pi R(\mathbf{p},s)} d\mathbf{p} + \right. \\ \left. + k^2 \int_L \mathbf{I}(\mathbf{p}) \vec{\tau}(\mathbf{p}) \frac{\exp(-ikR(\mathbf{p},s))}{4\pi R(\mathbf{p},s)} d\mathbf{p} \right] = \vec{E}^0(s) \vec{\tau}(s) \quad (1)$$

Численная реализация данной модели:

Метод согласования реакций.

$$\sum_{n=1}^N Z_{mn} I_n = V_m; \quad m=1, \dots, n;$$

$$V_m = - \int_{l_{m-1}}^{l_m} \frac{\sin[k^+(l-l_{m-1})]}{\sin[k^+d_{m-1}]} \vec{\tau}_{m-1}(l) \vec{E}_{m-1}^0(l) dl -$$

$$- \int_{l_m}^{l_{m+1}} \frac{\sin[k^+(l_m-l)]}{\sin[k^+d_m]} \vec{\tau}_m(l) \vec{E}_m^0(l) dl;$$

$$Z_{mn} = \int_{l_{n-1}}^{l_n} \frac{\sin[k^+(l-l_{n-1})]}{\sin[k^+d_{n-1}]} \vec{\tau}_{n-1}(l) \vec{E}_{mn}^0(l) dl +$$

$$+ \int_{l_n}^{l_{n+1}} \frac{\sin[k^+(l_n-l)]}{\sin[k^+d_n]} \vec{\tau}_n(l) \vec{E}_{mn}^0(l) dl;$$

(3)

Моделирование действия излучений и частиц ядерного взрыва в рамках комплексной модели

Основные уравнения модели.

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + e c \int \vec{\beta} f(\vec{r}, \vec{p}, t) d^3 p ;$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} ; \quad (3)$$

$$\frac{\partial f(\vec{r}, \vec{p}, t)}{\partial t} + \operatorname{div} \left(\vec{v} f(\vec{r}, \vec{p}, t) \right) + e \operatorname{div}_p \left[\left(\vec{E} + \mu_0 \vec{v} \times \vec{H} \right) f(\vec{r}, \vec{p}, t) \right] + \hat{I} f(\vec{r}, \vec{p}, t) = 0 ;$$

Результаты моделирования

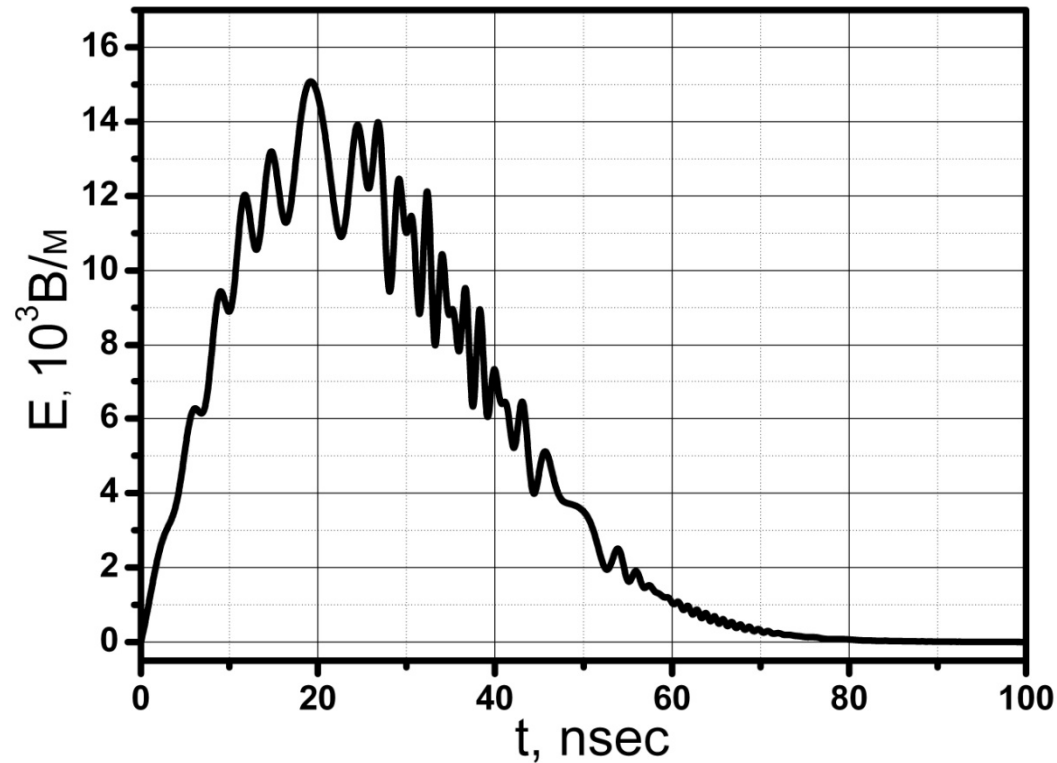


Рис. 1. Форма импульса ЭМИ при действии на антенну без специальной защиты

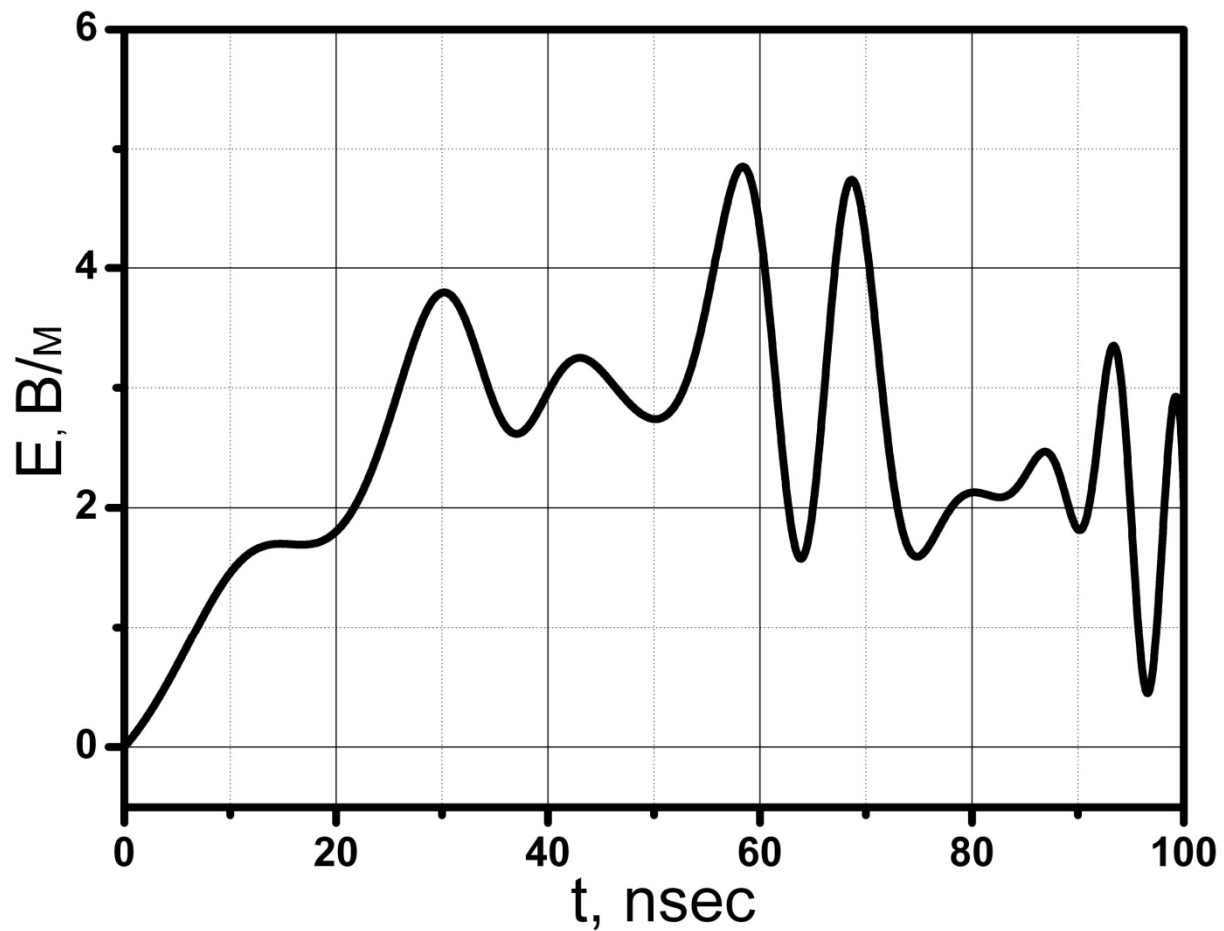


Рис. 2. Форма импульса ЭМИ при действии на защищённую антенну

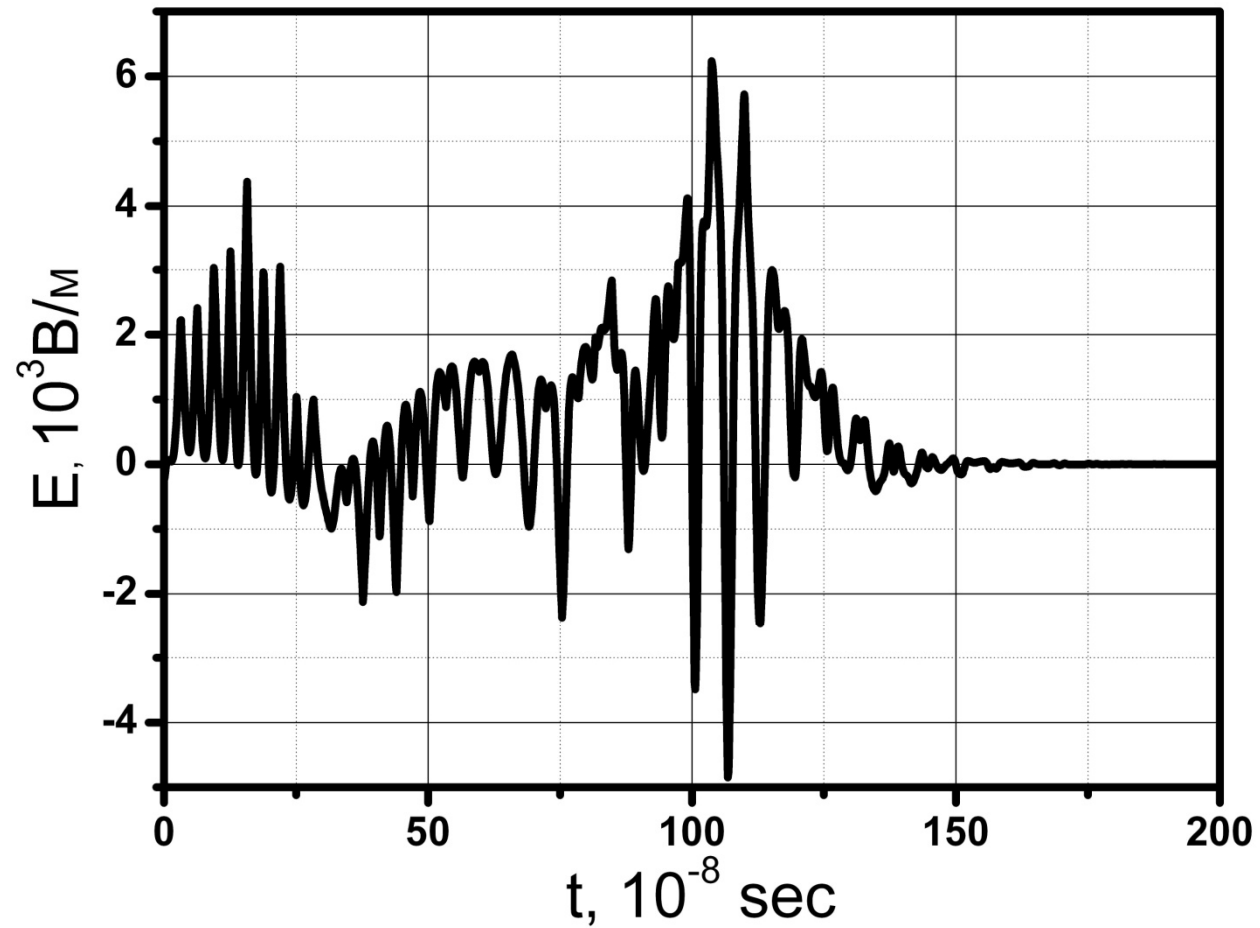


Рис. 3. Электрический компонент электромагнитного поля в комплексной модели, действующего на антенну без специальной защиты.

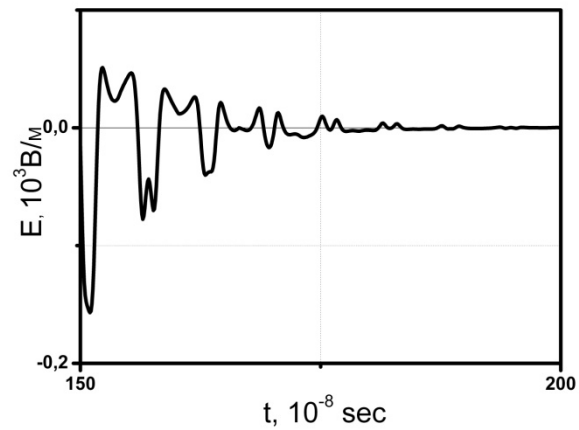
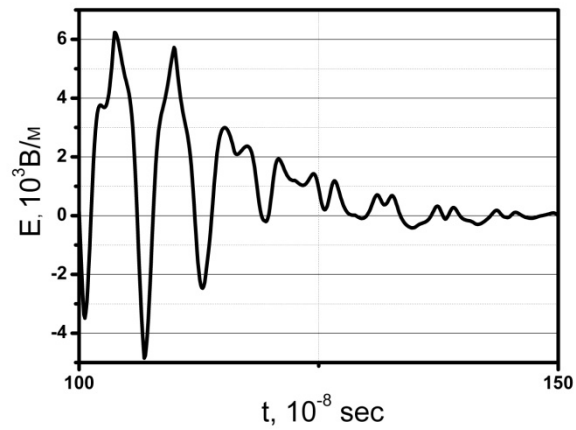
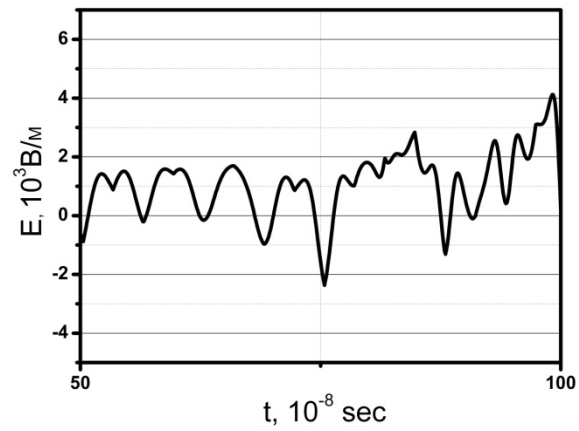
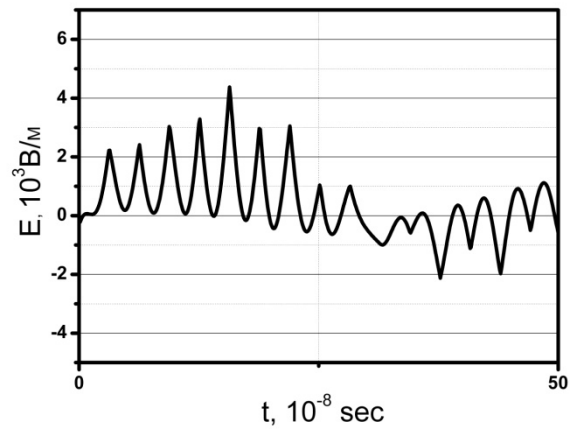


Рис. 4. Фрагменты рис. 3 в увеличенном временном масштабе.

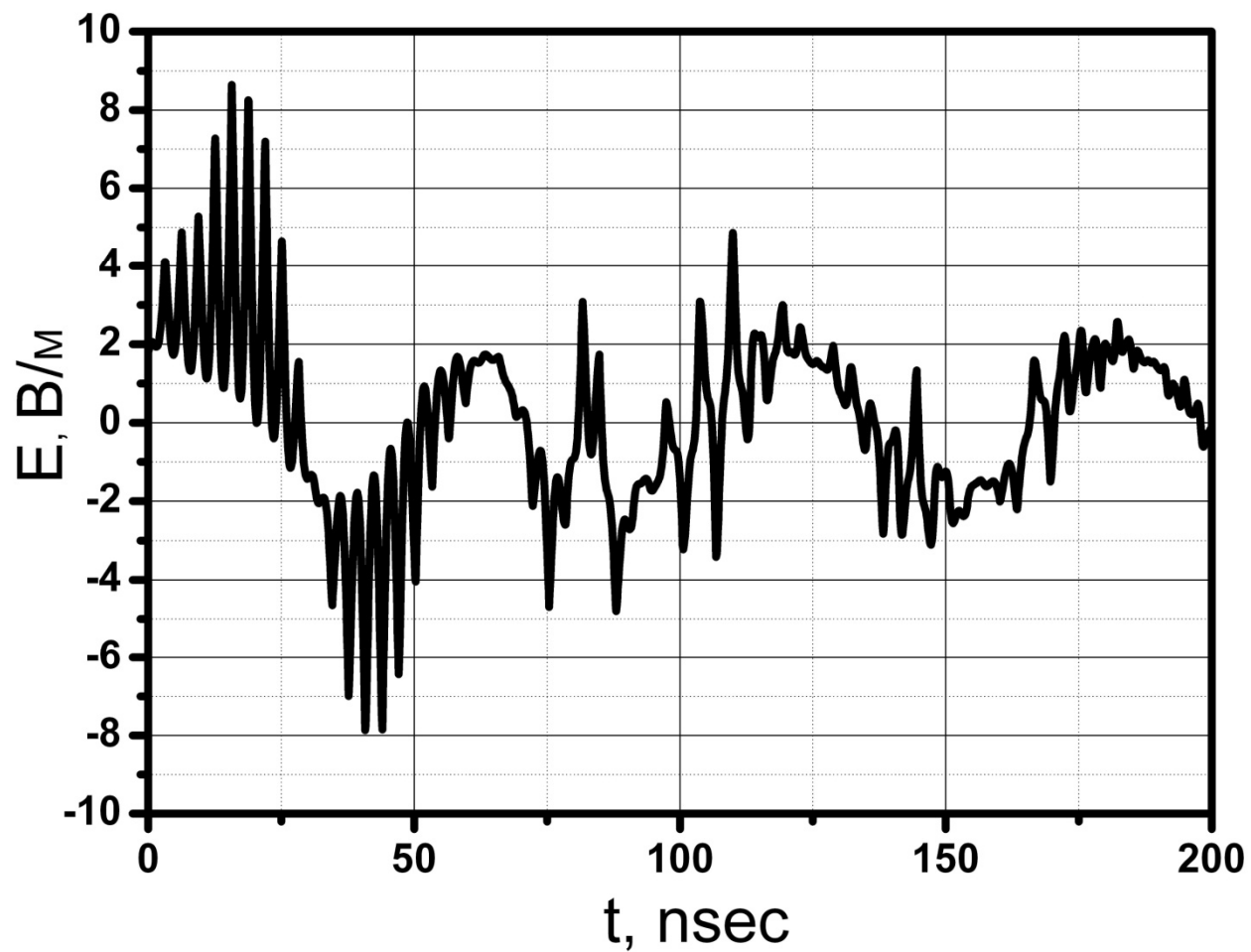


Рис. 3. Электрический компонент электромагнитного поля в комплексной модели, действующего на защищённую антенну. Модель 1.

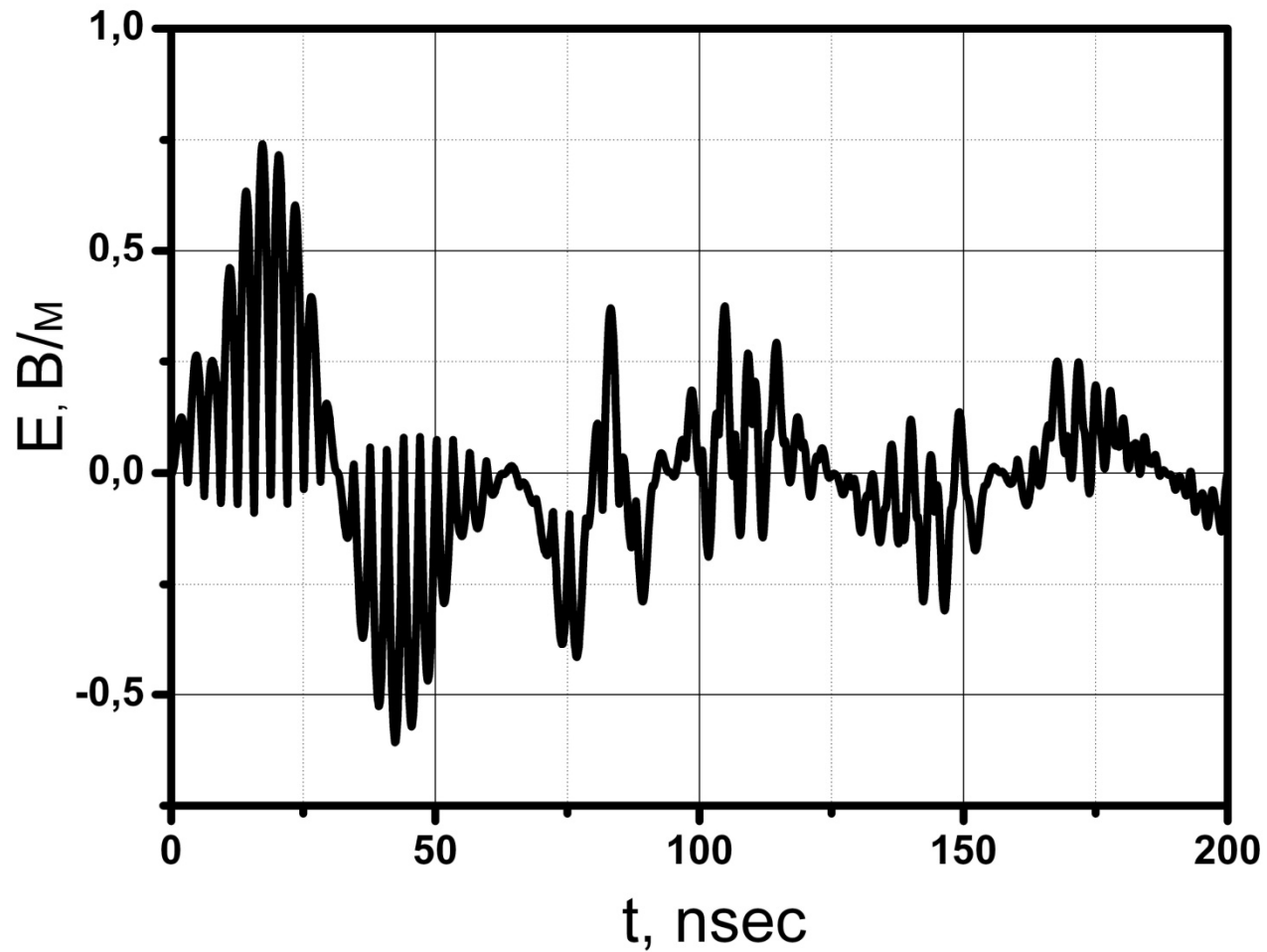


Рис. 3. Электрический компонент электромагнитного поля в комплексной модели, действующего на защищённую антенну. Модель 2.

Выводы:

1. Рассмотрены возникающие физические процессы и разработана физическая модель действия излучений и частиц ядерного взрыва, полей электромагнитного импульса ядерного взрыва и других поражающих факторов ядерного взрыва на проволочные антенны.
2. На основе физической модели разработана комплексная математическая модель протекающих процессов и произведена её численная реализация с целью дальнейшего адаптирования расчётов на ЭВМ.
3. Разработана программная реализация разработанной численной модели. Произведено моделирование действия излучений и частиц ядерного взрыва, полей электромагнитного импульса ядерного взрыва и других поражающих факторов ядерного взрыва на проволочные антенны.
4. Сделан разбор полученных результатов.