

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.371: 550.837.6

ВЛИЯНИЕ МНОГОСЛОЙНОСТИ СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС ОБНАРУЖЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Е.Ю. ЗАЯЦ, В.Ф. ЯНУШКЕВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 18 февраля 2016*

Приведены результаты и анализ влияния многослойности исследуемой среды на процесс обнаружения углеводородных залежей.

Ключевые слова: анизотропная среда плазмopodobного типа, многослойность среды, углеводороды, импульсный сигнал.

Введение

Задача поиска и оконтуривания углеводородных залежей усложняется условиями формирования и большой глубиной залегания. Представим среду над углеводородной залежью в виде анизотропной среды плазмopodobного типа (АСПТ) [1], физические свойства которой зависят от направления (среда, которая для разных направлений электрического поля имеет разную диэлектрическую проницаемость) и характеризуются электродинамическими параметрами наполнителя и компонентами потока частиц. Плазмopodobность исследуемой среды обусловлена наличием свободных носителей электрического заряда, создающих при своем движении в среде электрические и магнитные поля, которые искажают внешние поля и влияют на характер движения самих носителей заряда. Одной из особенностей формирования АСПТ в естественных условиях является чередование почвенных слоев над залежью, что влияет на выбор электрических характеристик применяемой аппаратуры и эффективность разрабатываемых методов поиска и оконтуривания протяженных анизотропных образований. При рассмотрении вопроса о распространении электромагнитных волн в многослойной анизотропной среде плазмopodobного типа следует учитывать не только многослойность, но и анизотропию свойств среды над залежью.

Методика эксперимента

При рассмотрении АСПТ в виде многослойной среды было проведено моделирование процесса взаимодействия ИС с данной средой. Пусть АСПТ состоит из двух слоев (слой 1 и слой 2, рис. 1) с толщиной $h_2 = 120$ и $h_3 = 50$ м соответственно. Диэлектрическая проницаемость и удельная проводимость для первого слоя принята $\epsilon_1 = 15$, $\sigma_1 = 0,05$, что соответствует глинистой влажной почве; для второго слоя $\epsilon_1 = 3$, $\sigma_1 = 0,00025$, что соответствует глинистой почве сухой [2].

Входной импеданс на верхней границе слоя в общей форме записывается [2]

$$Z_{\Sigma} = \frac{(Z_{n+1} + Z_n) + (Z_{n+1} - Z_n)e^{-2\gamma_n h_n}}{(Z_{n+1} + Z_n) - (Z_{n+1} - Z_n)e^{-2\gamma_n h_n}} \cdot Z_n, \quad (1)$$

где n – количество слоев; $\dot{\gamma}$ – постоянная распространения волны; h_n – толщина n -го слоя; Z_n – входной импеданс.

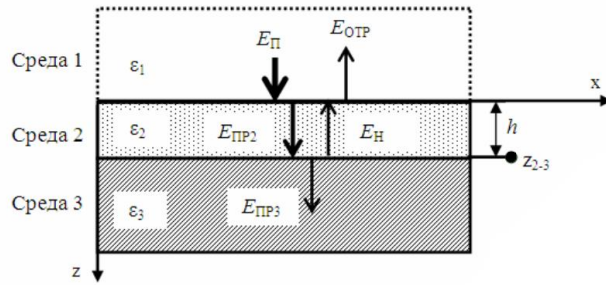


Рис. 1. Фрагмент слоистой среды и отражения электромагнитной волны

Коэффициент отражения горизонтально поляризованной волны АСПТ с данными параметрами имеет вид [2]

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{1-2} + w \cdot e^{-2\gamma_2 h_2}}{1 + R_{1-2} \cdot w \cdot e^{-2\gamma_2 h_2}} \quad (2)$$

Так как

$$-j\gamma_2 h = \left(\frac{2\pi h}{\lambda}\right) \sqrt{\epsilon'} = \frac{2\pi h}{\lambda} \sqrt{\tilde{n}} \quad (3)$$

где n – комплексный показатель преломления, то коэффициент отражения преобразуется к виду

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{1-2} + w \cdot e^{\frac{-j4\pi h_2}{\lambda_1 \sqrt{n_2}}}}{1 + R_{1-2} \cdot w \cdot e^{\frac{-j4\pi h_2}{\lambda_1 \sqrt{n_2}}}} \quad (4)$$

Здесь

$$w = \frac{R_{2-3} + R_{3-4} \cdot e^{\frac{-j4\pi h_3}{\lambda_2 \sqrt{n_3}}}}{1 - R_{2-3} \cdot R_{3-4} \cdot e^{\frac{-j4\pi h_3}{\lambda_2 \sqrt{n_3}}}} \quad (5)$$

где R_{1-2} – коэффициент отражения от первого слоя; R_{2-3} – коэффициент отражения от второго слоя; R_{3-4} – коэффициент отражения от третьего слоя; λ_1, λ_2 – длина волны в первом и втором слоях; h_2, h_3 – толщина первого и второго слоев соответственно; n_2, n_3 – комплексный показатель преломления.

На рис. 2–4 представлены результаты моделирования процесса воздействия импульсного сигнала на анизотропную многослойную среду плазмopodobного типа.

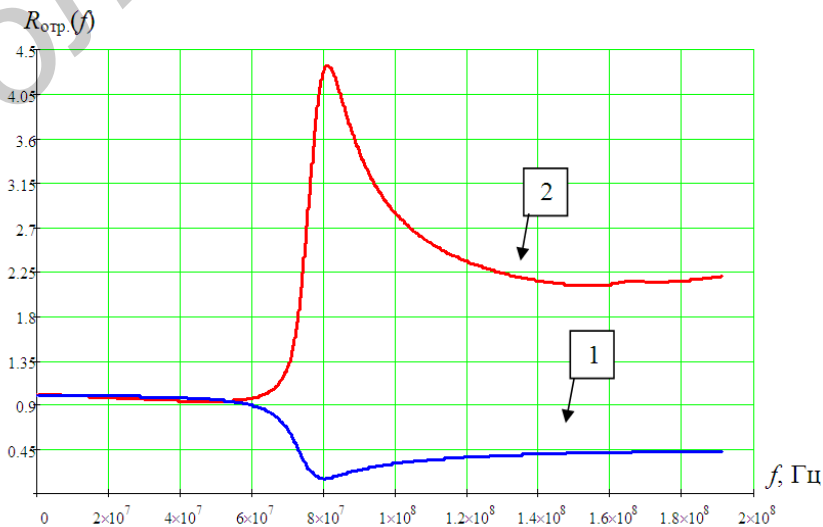


Рис. 2. Коэффициент отражения $R_{отр}(f)$ от АСПТ: 1 – однослойной, 2 – многослойной

Коэффициент отражения для однослойной среды экспоненциально убывает с ростом частоты. Характеристика коэффициента отражения многослойной среды является резонансной.

При сравнении коэффициентов отражения (рис. 1) для однослойной и многослойной сред установлено, что на частотах ниже $6 \cdot 10^7$ Гц значения коэффициентов отражения совпадают. С увеличением частоты трансформации коэффициента отражения увеличивается и достигает максимума различия на частоте $8 \cdot 10^7$ Гц.

Амплитудный спектр отраженного от АСПТ сигнала от однослойной и многослойной АСПТ (рис. 3) характеризуется отличием уровня амплитуды и боковых лепестков. Наблюдается аномальный скачок уровня боковых лепестков на частоте от $5 \cdot 10^7$ Гц до $1 \cdot 10^8$ Гц.

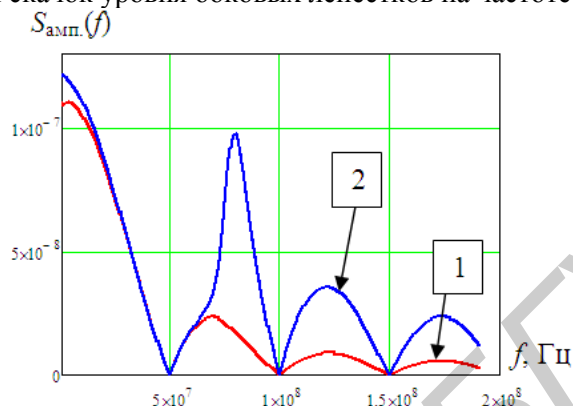


Рис. 3. Амплитудный спектр $S_{\text{амп.}}(f)$ отраженного сигнала от однослойной (1) и многослойной (2) АСПТ

Отраженный от АСПТ импульсный сигнал для многослойной среды отличается от однослойной среды амплитудой и размытостью (рис. 4).

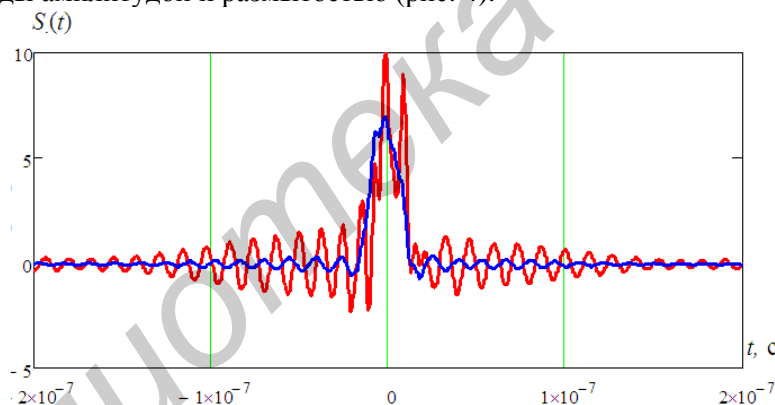


Рис. 4. Отраженный сигнала $S(t)$ от АСПТ: 1 – однослойной, 2 – многослойной

Анализ сравнения процесса воздействия импульсного сигнала на однослойную и многослойную АСПТ выявил значительные отличия коэффициентов отражения и амплитудных спектров отраженных сигналов, что требует учета параметров слоистости среды при ведении разведки методами, основанными на учете данных параметров.

Заключение

Впервые проведено моделирование воздействия импульсного сигнала с многослойной средой над УВЗ. Коэффициенты отражения для однослойной и многослойной АСПТ различны, соответственно амплитудный спектр отраженных сигналов также будет отличаться.

При разработке и применении на практике методов, основанных на различии амплитудных спектров отраженных от АСПТ сигналов, следует учитывать многослойность исследуемой среды.

INFLUENCE OF MULTILAYERED ENVIRONMENT ON THE HYDROCARBON DEPOSITS DETECTION PROCESS

E.Y. ZAYATS, V.F. YANUSHKEVICH

Abstract

The results and analysis of the impact of multilayered study environment on the process of discovery hydrocarbon deposits.

Keywords: anisotropic environment from plasma-like type, environment multilayered hydrocarbon, pulse signal.

Список литературы

1. *Москвичев В.Н.* / Радиотехника и электроника. 1989. Вып. 18. С. 91–96.
2. *Финкельштейн М.И., Кутев В.А., Золоторёв В.П.* Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. М., 1986.