

Научный семинар отдела оптики ИФ СО РАН
ИМПУЛЬСНОЕ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ
ЗОНДИРОВАНИЕ ВОДОНЕФТЯНОГО КОНТАКТА В НЕФТЕГАЗОВОМ
КОЛЛЕКТОРЕ

(диссертация на соискание ученой степени к.ф.–м.н., специальность – радиофизика 01.04.03)
докладчик К. Музалевский

Диссертация посвящена проблеме теоретического исследования процессов распространения, излучения и рассеяния сверхширокополосных (СШП) электромагнитных импульсов в поглощающих средах, обладающих частотной дисперсией диэлектрической проницаемости. Исследования направлены на создание радиофизических основ георадарного зондирования структуры нефтегазового коллектора.

В работе проведен теоретический анализ ослабления амплитуды, искажения формы и изменения скорости распространения сверхширокополосных нано- и субнаносекундных импульсов в нефтенасыщенной среде, включая отражение импульсов от водонефтяного контакта. Расчеты импульсных полей проводились с помощью решений уравнения Максвелла для составляющих пространственно временного спектра импульсных волн, излучаемых антеннами. Комплексная амплитуда пространственно временного спектра волн, излучаемых антеннами, которые имеют оптический размер сравнимый с длиной волны, соответствующей средней частоте импульса, возбуждающего антенну, определялись с использованием метода дискретных источников.

В случае импульсов, имеющих длительность от 100 *пс* до 3 *нс*, в диссертации получены следующие основные результаты:

1. Предложена модель комплексной диэлектрической проницаемости частотно дисперсных сред нефтегазового коллектора. Параметры модели определены с использованием петрофизических характеристик коллектора (долевое содержание нефти, водного солевого раствора, метана и минерального скелета).

2. Обосновано применение метода дискретных источников для численного расчёта импульсных электромагнитных полей в нефтенасыщенной среде нефтегазового коллектора. Импульсные волновые поля возбуждались нитью тока, диполем и идеально проводящим линейным вибратором конечного радиуса и длины. Рассмотрено также возбуждение полей с помощью нити электрического тока, расположенной вблизи идеально проводящего цилиндра. Погрешность расчета с помощью разработанного численного алгоритма для комплексной амплитуды поля импульсной волны не превышает 1 %.

3. На основе моделирования импульсных волновых полей показано, что коэффициент удельного затухания энергии импульсов на заданном расстоянии с погрешностью менее 17 % совпадает с коэффициентом удельного затухания амплитуды плоской монохроматической волны, частота которой равна средней частоте импульса на этом расстоянии. Установлено, что в случае вибраторной антенны при динамическом диапазоне радара 120дБ предельные дальности зондирования водонефтяного контакта составляют 1,0 м и 1,5 м соответственно для импульсов длительностью 0,3 нс и 3,0 нс.

5. Установлено, что скорость перемещения в пространстве центра тяжести энергии импульса на заданном расстоянии с погрешностью менее 2 % совпадает с групповой скоростью распространения узкополосного волнового пакета, при условии, что частота волнового пакет равна средней частоте спектра амплитуды сверхширокополосного импульса на этом расстоянии. Данная закономерность положена в основу метода определения дальности от георадара до водонефтяного контакта. Метод предусматривает измерение средних частот в спектрах излученного и принятого георадаром импульсов и временной задержки отраженного импульса. Погрешность определения дальности с использованием предложенного метода при удалении георадара от водонефтяного контакта на расстояние до 1,2 м не превышает 7 %.