

Суржик Д.И., Васильев Г.С., Кузичкин О.Р., Харчук С.М., Курилов. И.А.
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: arzerum@mail.ru

Математическая модель механизма нефтяного загрязнения геологической среды на основе аппроксимации передаточной функции геоэлектрического разреза

Одним из источников загрязнения геологической среды являются аварийные утечки нефтепродуктов с площадных объектов их хранения и переработки, возникающие по ряду тех или иных причин [1]. Их результатом являются образующиеся под объектами нефтяной отрасли линзы нефтепродуктов, которые являются комбинированными жидкостями, не смешивающимися с водой и слабо в ней растворяющимися.

При поступлении нефтепродуктов в приповерхностные слои геологической среды под действием гравитационных сил они испытывают влияние различных физико-химических процессов: растворения, испарения, сорбции, биодegradации [2], которые зависят от физико-химических свойств, как нефтепродуктов, так и грунтов зоны аэрации, результатом чего является образование сложной трехфазной системы «вода-нефтепродукт-воздух».

Известные математические модели, описывающих механизмы нефтяных загрязнений, в большинстве случаев основаны на уравнении сохранения массы и являются сложными для использования ввиду существенной многофакторности данного процесса.

Для описания механизма нефтяного загрязнения может быть использован подход, основанный на контрасте электрических свойств нефтепродуктов относительно электрических свойств геологической среды [3]. Известно, что геоэлектрический разрез произвольной геологической среды является объектом с распределенными параметрами, для математического описания которого допустимо использование аппроксимации передаточных функций эквивалентными дробно-рациональными выражениями вида

$$H(p, x, y, z) = \frac{b_0(x, y, z)p^0 + b_1(x, y, z)p^1 + \dots + b_n(x, y, z)p^n}{a_0(x, y, z)p^0 + a_1(x, y, z)p^1 + \dots + a_m(x, y, z)p^m} \quad (1)$$

где p - оператор Лапласа, x, y, z - пространственные координаты, b_n и a_m - коэффициенты числителя и знаменателя передаточной функции.

В соответствии с (1) геодинатические вариации геологической среды, вызванные утечками нефтепродуктов и их пространственными перемещениями, характеризуются изменениями действительных коэффициентов передаточной функции без изменения ее порядка, что позволяет задать такой порядок коэффициентов знаменателя, который будет обеспечивать заданную точность приближения.

Поскольку реальный геоэлектрический разрез имеет достаточно сложную структуру, то в соответствии с (1) он может быть эквивалентно представлен моделью слоистого несовершенного диэлектрика в виде параллельно-последовательных моделей верхних слоев разреза, физически реализуемых параллельно-последовательными соединениями дискретных РС-цепей.

Использование данного подхода на основе совместного применения аппроксимирующей эквивалентной дробно-рациональной функции комплексного переменного и пространственных координат (1), а также модели слоистого несовершенного диэлектрика и его представления дискретными электрическими цепями, является достаточно простым и точным - математическим аппаратом для описания механизмов нефтяных загрязнений геологической среды, позволяющим с необходимой степенью точности осуществлять их описание, приближенные расчеты и моделирование.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках гранта по конкурсу «УМНИК-Нефтегаз» №133ГУЦЭС8-D3/56254

Литература

1. Haustov A.P. Problems of forecasting and assessing risks of contamination of the geological environment with petroleum hydrocarbons / Ecology and labor protection. — 2014. — № 78. — Pp. 59-64.
2. Ognianik N.C., Paramonova N.K., Briks A.L. Fundamentals of studying the contamination of the geological environment with light oil products / К.: [A.P.N.]. - 2006. – 278 p.
3. Pozdnyakov A.I., Gulalyev C.G. Electrophysical properties of some soils / Moscow-Baku «Adiloglu». - 2004. – 240 p.