

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ПОИСКА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Аннотация. Рассмотрена методика идентификации степенных распределений в спектрах излучения растительных покровов по данным дистанционного гиперспектрального зондирования. На границе с залежью углеводородов наблюдается значительное изменение параметров распределений, что позволяет выделить залежь в районах месторождения нефти и газа. Приведен пример верификации метода.

Ключевые слова: гиперспектральное зондирование, идентификация, степенные распределения, поиск нефти и газа.

Во многих регионах ресурс легкооткрываемых месторождений углеводородов практически исчерпан, и тенденцией развития геологоразведочных работ является расширение сырьевой базы за счет выявления глубокозалегающих, слабопроявленных залежей на уже промышленно-освоенных территориях. Однако, значительная вариабельность природных индикаторов скопления углеводородов (залежей) и методов их определения, включая и основные геофизические методы сейсморазведки, приводит к достаточно низким значениям коэффициента успеха, что является неприемлемым для чрезвычайно дорогого глубинного нефтегазового бурения. В связи с этим, интерес представляет развитие недорогих методов получения и обработки дополнительных индикаторных признаков залежей углеводородов. Одним из таких методов является метод спектрометрической фитоиндикации [1], согласно которому наличие залежи оказывает влияние на оптические отражательные свойства растительности. В докладе, на примере определения границы залежи, излагается методика статистического анализа спектральных структур геофизических полей, основанная на современных методах идентификации степенных распределений [2].

Гиперспектральная аэрокосмическая съемка позволяет синтезировать картины трехмерного спектрального поля, в определении которого третьей координатой выступает длина электромагнитной волны λ , $U = f(x, y, \lambda)$. Результатом съемки является трехмерный массив данных B (гиперкуб), полученных в результате разложения электромагнитной энергии поступающей с земной поверхности и регистрируемой сенсором на сотни соприкасающихся поддиапазонов длин волн

$$B \in \{B_{ijs}, s = \overline{1, L}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n},$$

где s – номер спектрального поддиапазона, (i, j) – координаты точки (пикселя) гиперспектрального снимка, B – энергетическая яркость пикселя. Каждый пиксель с координатами $r(i, j)$ гиперспектрального снимка имеет спектральную характеристику: $B_s = \{r_s\}_{s=1}^L; i, j = const$, которая определяет значение спектрального поля $U = f(\lambda)$ с элементарной поверхности, равной проекция пикселя изображения на земную поверхность. Энергетическая яркость пересчитывается в коэффициент спектральной яркости.

В рассматриваемом эксперименте измерение спектральных характеристик в точках поля было выполнено дистанционно полевым спектрорадиометром FieldSpec 3 FR. Пример идентификации и анализа степенных распределений, наблюдаемых в структуре спектра отражений пшеницы, проводился на данных, полученных с Глебовского месторождения газа (Крым). Съемка велась по маршруту протяженностью около 2 км, который пересекал залежь газа с известными координатами границы. На маршруте выделено 16 контрольных участков спектрометрирования, в каждом из которых произведено 4 измерения растительности со спектральным разрешением 1 нм. Всего поступило в обработку 64 спектрограммы. Анализ каждой спектрограммы проводился по данным 236 спектральных поддиапазонов: 424÷659 нм. Цель эксперимента состояла в определении и обосновании индикаторного признака, позволяющего различать границу залежи дистанционной спектральной съемкой по идентификации параметров степенных распределений. На рис. 1 а

приведен график спектральной характеристики растительного покрова с 1-го участка маршрута, который содержит исходные данные для идентификации степенного распределения. Рис. 1 б иллюстрирует результат идентификации кумулятивной функции $F(x)$, вычисленной ранговым методом, степенного распределения относительной частоты (вероятности) по значениям коэффициента спектральной яркости x . Точки обозначают относительное число спектральных поддиапазонов (каналов сенсора), значения коэффициента спектральной яркости в которых, больше или равно заданному значению x .

На рис. 3 приведен результат верификации, подтверждающий известные координаты границы залежи.

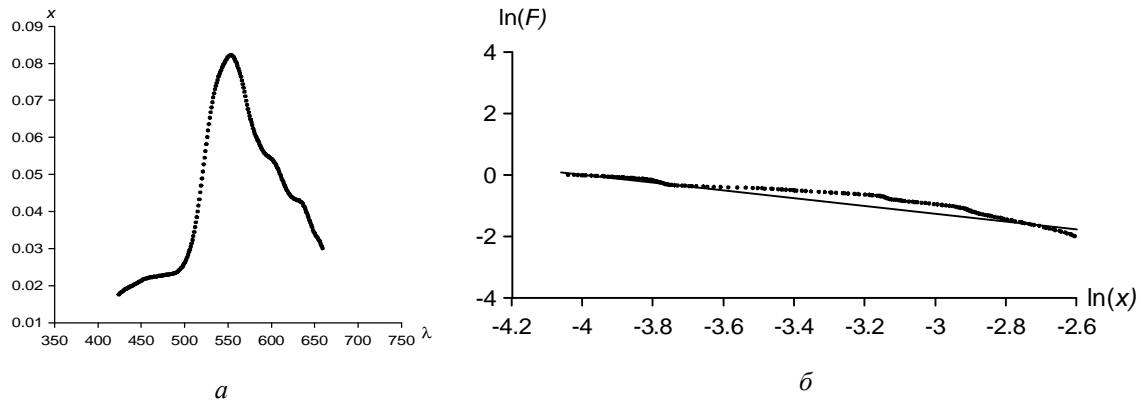


Рис. 1. Идентификация степенного распределения по спектрограмме растения:
а – спектрограмма; б – кумулятивная функция распределения F и ее аппроксимация степенной зависимостью в билогарифмических координатах

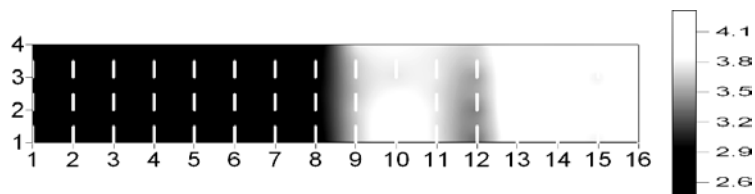


Рис. 2. Графическая сегментация параметров степенных распределений показывает наличие залежи газа, начиная с 9-го участка маршрута

Литература

1. Спосіб фрактальної спектрометричної фітоіндикації виявлення аномалій природного та техногенного походження [Текст] : ПАТЕНТ на винахід № 104360 / Артюшенко М. В., Дугін С. С., Федоровський О. Д.: власник патенту ДУ “Нуковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України”. – № а 2012 09155; заявл. 25.07.2012; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2 – 1 с.
2. Newman M. E. J. Power laws, Pareto distributions and Zipf’s law / Mark E. J. Newman // J. Contemporary Physics.– 2005.– 46. – P. 323-351.