

Алгоритмы классификации многомерных наблюдений в задачах районирования территории по данным гравиразведки и магниторазведки

Муфазалова Р.И.* (МГРИ, mufazalova.rimta@mail.ru), Петров А.В. (МГРИ, petrovstud@mail.ru), Фан Т. Х. (МГРИ, Ханойский горно-геологический университет Вьетнама, phanthihong@hutm.edu.vn)

Аннотация

В статье рассматриваются оригинальные, классификационные алгоритмы, ориентированные на решения задачи районирования исследуемых площадей на однородные области по нескольким геолого-геофизическим признакам и их атрибутам.

Компьютеризация геологоразведочного процесса делает возможным включать в процесс интерпретационной обработки геолого-геофизической информации новые алгоритмические решения, базирующиеся на достижениях современной математики и математической статистики.

Особое внимание уделяется вопросам особенностей геолого-геофизической информации, выбору оптимальной совокупности признаков для проведения районирования территорий и оценке корреляционных связей между разными признаками.

Приводится описание программных реализаций классификационных алгоритмов в компьютерной технологии статистического и спектрально-корреляционного анализа данных «КОСКАД 3D» и результаты районирования исследуемых территорий по данным гравиразведки и магниторазведки.

Ключевые слова

Кластерный анализ, районирование, «КОСКАД 3D», интерпретационная обработка геолого-геофизической информации.

Теория

Одной из востребованных задач прикладной геологии и геофизики является процедура районирования исследуемых территорий по определенным геологическим параметрам, геофизическим полям и их атрибутам. В прикладной геологии и геофизике широко используются результаты геологического, тектонического, гидрогеологического, сейсмического, нефтегазогеологического и многих других районирований территорий. По сути, построение геологической карты также можно считать решением задач районирования территории. Во всех случаях, задача районирования сводится к разбиению исследуемой площади на области, однородные по одному или нескольким геолого-геофизическим параметрам и их атрибутам. До появления современных компьютеров и соответствующих программных комплексов задача районирования территорий являлась достаточно трудоемкой, а в некоторых случаях просто невыполнимой. Так, например, районирование территории по двум атрибутам, например, магнитному и гравитационному полям можно было выполнить без компьютера. Но реализовать процедуру районирования территории по трем и более геологическим или геофизическим атрибутам было практически невозможно. Также, необходимо отметить, что задача геологического районирования является некорректной,

то есть, допускает много правомерных решений, часто базирующихся только на логике и интуиции интерпретатора.

С другой стороны, в современной математике существует раздел, получивший название кластерного анализа, в котором рассматривается широчайший спектр алгоритмов, предназначенных для решения подобного рода задач – разбиения многопризнаковых наблюдений на однородные по совокупности признаков множества (кластеры).

В компьютерной технологии статистического и спектрально-корреляционного анализа данных «КОСКАД 3D» реализованы четыре классификационных алгоритма – метод общего расстояния, K-средних, разделения многомерных нормальных смесей и знаковой классификации [1,2,5].

Первый алгоритм является иерархическим и базируется на элементах теории графов, второй реализует достаточно распространенный алгоритм K-средних, третий построен на проверке многомерных статистических гипотез, а четвертый построен чисто эмпирически.

Выбор алгоритмов, проводился с учетом особенностей исходной, координатно-привязанной геолого-геофизической информации и необходимости учета корреляционных связей между отдельными элементами признакового пространства. Так, в алгоритме K-средних, в качестве расстояния между отдельными элементами используется расстояние Махаланобиса, учитывающее корреляционные связи в признаковом пространстве [3]. В методе разделения многомерных нормальных смесей в качестве расстояния используется статистика следа ковариационной матрицы, также учитывающее корреляционные связи между признаками [4].

Другим критерием включения описанных классификационных методов в компьютерную технологию статистического и спектрально корреляционного анализа данных «КОСКАД 3D», является требование не противоречивости, получаемых конечных результатов районирования, при использовании разных алгоритмов. Результаты районирования разными методами должны лишь дополнять, полезную для интерпретатора информацию.

В качестве иллюстрации использования классификационных алгоритмов для решения задачи районирования исследуемой территории были взяты магнитное аномальное поле dT и гравитационное поле dG в редукции Буге в районе положения глубинного сейсмического профиля 1-СБ (Восточный, Байкало – Патомский участок) протяженностью 500 км.

На рисунке 1 приведены гравитационное и магнитное поля с положением глубинного сейсмического профиля 1-СБ. На рисунке 2 изображены результаты районирования территории по магнитному и гравитационному полю с использованием методов K-средних и разделения многомерных нормальных смесей.

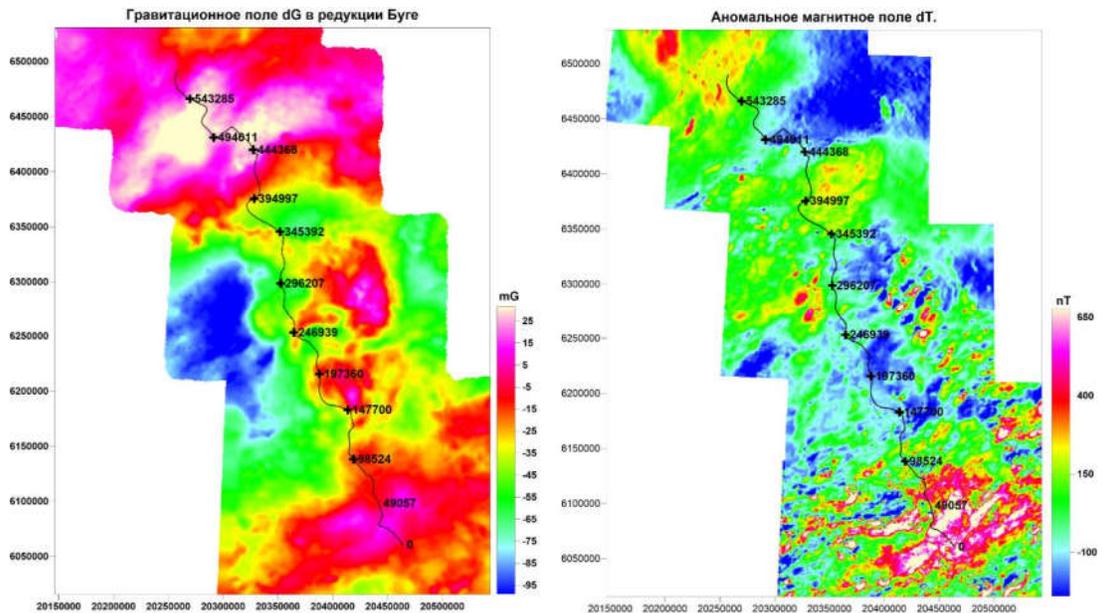


Рисунок 1. Гравитационное поле dG в редукции Буге (слева) и аномальное магнитное поле dT (справа).

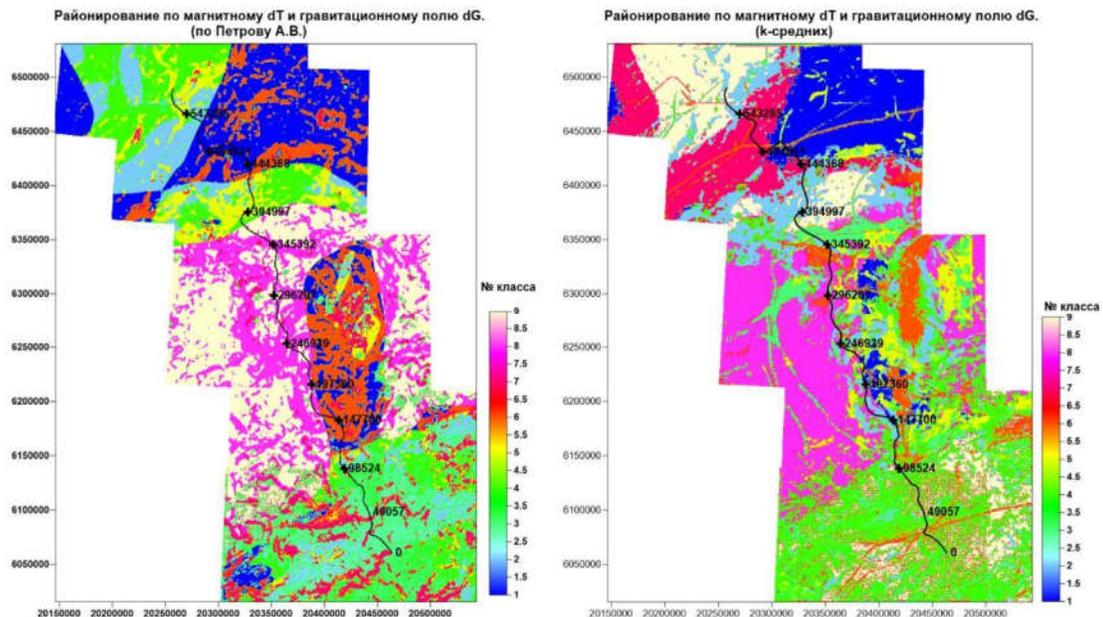


Рисунок 2. Результат районирования территории с использованием метода K -средних (справа) и разделения многомерных нормальных смесей (слева).

В результате районирования с использованием классификационных алгоритмов исследуемая территория, в обоих случаях, была разбита на девять однородных по магнитному и гравитационному полю областей. На рисунках каждая из таких областей окрашена определенным цветом.

Хотелось бы отметить, что несмотря на совершенно разный математический аппарат, используемый в двух алгоритмах для решения задачи районирования по

комплексу геофизических признаков, в конечных результатах не наблюдается критических противоречий, что подтверждает надежность и поучаемых решений.

Выводы

Анализ полученных результатов позволяет разделить исследуемую площадь на три крупных блока – северную, центральную и южную. Внутри каждого из блоков, в результатах обеих классификаций, выделяются более мелкие структуры меньших размеров.

Полученные результаты районирования исследуемой территории по данным гравиразведки и магниторазведки, содержат неопенимую, достоверную информацию о распределении магнитных и плотностных масс в земной коре, что повышает надежность принятия конечных решений в широком спектре задач прикладной геологии и геофизики.

Библиография

1. Никитин А. А., Петров А. В. Теоретические основы обработки геофизической информации. Учебное пособие. 2017. Москва 127с.
2. Петров А. В., Юдин Д. Б., Соели Хоу. Обработка и интерпретация геофизических данных методами вероятностно-статистического подхода с использованием компьютерной технологии «КОСКАД 3D». Науки о Земле, № 2, С. 2010. 126-132.
3. Петров А. В. Адаптивные процедуры интерпретационной обработки нестационарных геополей в компьютерной технологии «КОСКАД-3D». Международная научно-практическая конференция. 2018. 418-420, МГРИ-РГРУ, Москва, Россия.
4. Фан Т. Х., Петров А. В., До М. Ф. Обработка и интерпретация аномалий гравитационных данных в центральной области Вьетнама с использованием компьютерной технологии «КОСКАД-3D». Молодые – наукам о земле, 2020. 293-297, МГРИ-РГРУ, Москва, Россия.
5. <http://www.coscad3d.ru>.