Анализ взаимосвязи глубинного теплового поля с приповерхностным температурным Димитровского нефтегазового месторождения Дагестана

Н.М. Булаева, А.Г. Халилов, Б.И. Магомедов, Э.М. Магомедмирзоев

Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН 367030, Дагестан, Махачкала, пр. Шамиля, 39a E-mail: <u>bulaeva@iwt.ru</u>

На месторождениях углеводородов происходят процессы, сопровождающиеся выделением тепла в залежи, над ней и перераспределением теплового потока. Эти процессы вызывают образование повышенного теплового потока, что ведет к формированию температурных аномалий в недрах и на поверхности Земли. Изучение теплового поля в лаборатории проводится на нескольких уровнях: глубинного теплового поля по данным глубоких скважин, приповерхностного температурного поля на основе космических снимков NOAA и данных приповерхностной геотерморазведки. Выявление температурных аномалий и их дислокаций возможно при повторных проведениях полевых работ и на основе космических снимков.

Актуальность исследования теплового состояния Земли и закономерностей ее теплового режима связана в настоящее время с необходимостью сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов. Также исследование природы температурных аномалий по результатам космических и наземных съемок в инфракрасном диапазоне позволяет выявить динамику геотермических процессов, влияющих на современные геодинамические движения. Внедрение же геоинформационных технологий и географических систем (ГИС) в науках о Земле предоставляет исследователям возможность по-новому взглянуть на изучаемые ими объекты и процессы, протекающие в земной коре.

Изучение взаимосвязи глубинного теплового поля с приповерхностным температурным – одна из возможностей применения сопряженного мониторинга теплового поля региона, проводимого коллективом лаборатории на базе геоинформационных технологий.

Мониторинговые задачи, решаемые нашей лабораторией, основываются на следующих данных:

- данные геофизических исследований глубоких скважин,
- геотермические исследования скважин малой глубины (до 50 м),
- приповерхностная геотерморазведка (до 3м),
- космические снимки в ИК диапазоне.

Существующие данные по геофизическим исследованиям скважин, хорошая геологическая изученность региона дают нам полную картину глубинных тепловых полей с учетом геологотектонической структуры. Для предварительного изучения были выбраны три скважины - D44, D15 и D22, расположенные на одном субширотном профиле. Геологический профиль для данных скважин представлен на рис. 1.

Лито-стратиграфические исследования показали, что состав слагающих пород в основном представлен песчаниками и кавернозными известняками.

Изотерма по этим скважинам (рис. 2) показывает взаимосвязь глубинного теплового поля с геологической структурой и особенностями местности. Вертикальный срез теплового поля по этим скважинам показывает увеличение температуры над разломной зоной (скв. D 15) и охлаждающее влияние Каспийского моря вблизи скв. D 22.

Экспедиционные работы по приповерхностной тепловой съемке проводятся, начиная с 2001 г. Согласно маршрутной карте бурятся скважины и проводятся комплексные измерения темпе-

ратуры на глубинах 1, 2, 3 м и в поверхностном слое почвы. При выборе точек для бурения учитывались результаты геологических исследований предыдущих лет площадей Димитровского месторождения и месторождения Ачису, проведённых с широким использованием скважин глубиной до 2,5 км.



Puc.1. Структура геологических слоев на субширотном профиле Димитровского нефтегазового месторождения



Рис. 2. Изотермы распределения температур по глубине, наложенные на геологический срез Димитровской площади

В результате обработки полученных результатов приповерхностной геотерморазведки с помощью разработанных в лаборатории ГИС-технологий [1] были получены цветные изображения распределения температуры на глубинах 1, 2, 3 м (рис. 3).

На представленной карте распределения температуры на глубине 1 м выделяются положительные тепловые аномалии А, В, С и Д, конфигурация которых оконтуривается изотермой 23°С. Две другие аномалии (Е, Ж) в юго-восточной части участка, конфигурации которых не замкнуты со стороны моря, сохраняются в распределении температуры на глубинах 2 и 3 м и отделены областью низкой температуры - 21 и 22°С, приуроченной к протяженности русла реки Манас-озень. При этом характерно, что амплитуды тепловых аномалий I и II сохраняют практически ту же величину, что на глубине 2 м, и равны соответственно 2 и 2.5°С. Западнее аномалии II проявляется другая тепловая аномалия III с амплитудой разности температуры в 1–1.5°С, являющаяся фрагментом восточного крыла аномалий на участке предгорного подъема «коренных» пород.

Таким образом, условно выделены тепловые аномалии I и II как продуктивные нефтегазоносные участки. Оба участка продуктивности имеют ширину 900 м при протяженности более 4 км тепловой аномалии I и порядка 3 км аномалии II. Так, из 72 км² исследованной площади продуктивными оказываются более 10% этой площади. Обе тепловые аномалии расположены на участке (с хорошим дорожным покрытием), являющимся как бы южным продолжением известного Димитровского нефтегазоносного месторождения.



Рис. 3. Распределение температур на участке Димитровской площади: а) на глубине 1 м; b) на глубине 2 м; c) на глубине 3 м

Следующим шагом исследования теплового поля является сравнение результатов обработки данных геофизических исследований глубоких скважин и данных приповерхностной термосъемки с данными дистанционного зондирования (ДДЗ). Разработанная технология интеграции разнородных данных в цифровую 3D- модель Димитровской площади позволяет решать эту задачу [2].

Данными дистанционного зондирования являются космические снимки NOAA, полученные от Института космических исследований (рис. 4a, 4b). В лаборатории создана база данных, в которой собраны космические снимки за период 1996-2005 гг. Процесс преобразования дистанционных данных в формат PNT автоматизирован и состоит из следующих этапов:

- обработка снимка с целью восстановления температуры поверхности (программа AVHRR);
- трансформация изображения в заданную географическую проекцию (программа GREF);
- формирование РМТ-файла.

Первые два этапа выполняются с помощью программного обеспечения, разработанного в лаборатории поддержки космического мониторинга ИКИ РАН. Для преобразования обработанного изображения в PNT-формат используется специальная программа, исходными данными для которой являются файл географической привязки 3D-модели, растровый файл обработанного космического снимка и файл географической привязки космического изображения. Данная программа кроме преобразования позволяет еще проводить коррекцию полученного PNT-файла для повышения точности отображения данных [2].

Использование дистанционных методов зондирования позволяет охватывать большую территорию, прослеживать динамику развития температурного поля. А изучение данных по глубокому

бурению с использованием данных ДДЗ помогает более полно отобразить корреляцию глубинных и приповерхностных температурных полей.



а



б

Рис.4. Примеры визуализации дистанционных данных NOAA (температурное поле) на основе 3D-модели Димитровской площади

Высокая проницаемость пород, слагающих Димитровское месторождение, вызывает сглаживающий эффект по фоновой температуре. Диффузия флюида проходит не только при вертикальной конвекции, но и в горизонтальном направлении, за счет чего температурные аномалии над продуктивными областями и разломными зонами получаются более сглаженные. Выявление температурных аномалий и их дислокаций возможно при повторных проведениях полевых работ и на основе космических снимков. Несмотря на то, что снимки NOAA – это снимки низкого пространственного разрешения, они позволяют решать задачу локализации температурных аномалий при условии анализа набора снимков за достаточно длительный период времени. Таким образом, в ходе качественного анализа большого количества снимков области «тепловых шумов» отсеиваются, и вычленяется устойчивая область тепловой аномалии.

Литература

- Bulaeva N.M., Kudrjavtseva K.A., Kobzarenko D.N., Osmanov R.S. Construction and visualization of digital cartographical 3D-models and their application for analysis of the geologic structure of East Ciscaucasia // International conference «GIS in geology», extended abstracts, Vernadsky State Geological Museum of RAS, Moscow, November 13–15, 2002. Pp. 23–24.
- 2. *Булаева Н.М., Османов Р.Ш.* Система сбора, накопления и интерпретации геофизических данных по Восточному Предкавказью для решения мониторинговых задач // Журнал «Информационные ресурсы России». 2004. №2. С. 22-25.