

УДК 550.83

ББК 26.2

Г36

Г36 **Геофизические методы при разведке недр:** монография / под ред. Л.Я. Ерофеев, В.И. Исаев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 267 с.

ISBN 978-5-98298-841-6

В монографии приведены научные труды сотрудников, аспирантов, соискателей и выпускников кафедры геофизики Института природных ресурсов ТПУ, а также труды участников Всероссийской научно-практической конференции «Геофизические методы при изучении недр» (20–22 апреля 2011 г., Томск). Результаты исследований представлены оригинальными методами, которые применяются для решения задач региональной геологии, рудной и нефтегазовой геологии, гидрогеологических и инженерно-геологических задач.

Монография может быть полезна широкому кругу специалистов и научных работников, занимающихся разработкой и применением геофизических методов разведки недр.

**УДК 550.83**

**ББК 26.2**

*Рецензенты*

Доктор геолого-минералогических наук  
заведующий лабораторией моделирования геологических структур  
ИКАРП ДВО РАН

*А.М. Петрищевский*

Доктор геолого-минералогических наук,  
профессор Сахалинского государственного университета

*Т.К. Злобин*

**ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ  
НАД ФЛЮИДОНАСЫЩЕННЫМИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ  
В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМАМИ ПРОГНОЗА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
И СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ**

Паровышний В.А., Сеначин В.Н., Е.В. Кочергин Е.В., О.В. Веселов О.В.

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск

*Приводятся результаты многократных высокоточных геофизических наблюдений на геодинамическом полигоне, расположенном на Южно-Луговском месторождении газа (район г.Анива, о.Сахалин). Показано, что газосодержащие объекты являются естественными индикаторами геодинамических процессов,*

*протекающих как в самой залежи, так и за ее пределами. В результате исследований созданы методика геофизических наблюдений и способы их интерпретации, которые могут быть использованы как при оценке продуктивности поисковых объектов, так и при решении задач краткосрочного прогноза сейсмических событий.*

В 2003 году лаборатория геодинамики ИМГиГ ДВО РАН приступила к реализации долгосрочной программы по изучению временных изменений геофизических полей над флюидонасыщенными геодинамическими системами, расположенными в зонах активных региональных тектонических разломов.

**Основные задачи исследований:** 1) выявить характерные признаки наличия залежи углеводородов (УВ) по временным изменениям геофизических полей и на этой основе создать методику прогноза нефтегазоносности сложнопостороенных объектов, расположенных в зонах активных разломов; 2) определить связь вариаций геофизических полей над газонасыщенными объектами с сейсмическими событиями и оценить возможность создания методики краткосрочного прогноза землетрясений.

Для решения задач был обустроен геодинамический полигон на Южно-Луговском месторождении газа, расположенном в 4 км к западу от г. Анива (районный центр на юге о. Сахалин).

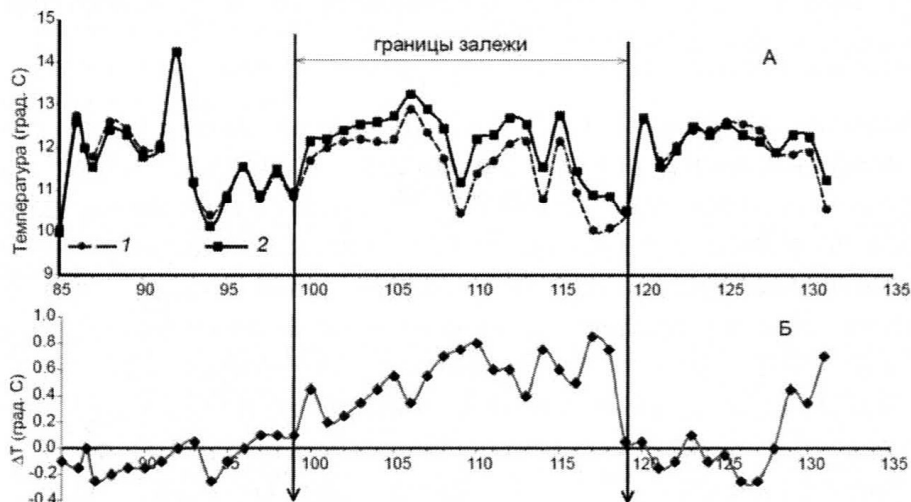
При решении первой задачи использовались геофизические наблюдения по трем профилям полигона, пересекающим все блоки структуры. *Применяемые методы:* 1) высокоточные профильные гравиметрические наблюдения с погрешностью определения наблюденных значений силы тяжести ( $\Delta g_n$ ) не ниже  $\pm 0.02$  мГал; 2) малоглубинные термометрические наблюдения (глубина погружения датчиков 1.5 м) с погрешностью определения температур  $\pm 0.05^\circ\text{C}$ ; 3) профильные геомагнитные наблюдения

Методика профильных геофизических наблюдений подробно изложена в работах [1,2]. В период 2003-2006 г.г. здесь выполнено 6 циклов наблюдений указанными методами. По результатам наблюдений **установлены следующие признаки УВ-продуктивности:** 1) в контуре продуктивности гравитационное поле нестабильно во времени. Разности  $\Delta g_n$  между циклами наблюдений, выполняемые со средней частотой через месяц, достигают величины  $\pm 0.16$  мГал; 2) продуктивные блоки структуры характеризуются максимумами нестабильности гравитационного поля, которые коррелируются с относительными максимумами температур; 3) гравитационное и термальное поля над залежью меняют характеристики синхронно. Повышению напряженности гравитационного поля в контуре залежи соответствует повышение температур и наоборот (рис. 1).

Для выявления характера *связи вариаций геофизических полей с сейсмическими событиями применяемый комплекс в 2004 году был дополнен* постоянно действующей магнитовариационной станцией и установкой для измерения вариаций естественного электрического поля в режиме регистрации блуждающих токов и, в 2006 году, четырех азимутальной установкой, также предназначенной для регистраций изменения напряженности естественного электрического поля (ЕП). Комплекс эксплуатировался в режиме стационарных наблюдений в летне-осенние периоды 2006 и 2008 г.г.

Предпосылкой для развертывания постоянных наблюдений послужило зарегистрированное нами 13 сентября 2004 года в 14<sup>h</sup> 02<sup>m</sup> местного времени сейсмическое событие магнитудой 5.6, эпицентр которого находился в 580 км к юго-востоку от полигона. Это же событие было зарегистрировано автоматическими сейсмическими станциями, расположенными в 40 км к северу и в 35 км к югу от полигона (бюллетень Южно-Сахалинской сейсмологической станции № 9 от 20.09.06). За 40 минут до данного события магнитовариационной станцией, расположенной на полигоне, зафиксировано резкое увеличение напряженности геомагнитного поля, которое продолжалось еще 15 минут после толчка.

Измерение температур по одному из профилей полигона, 12 и 15 сентября 2004 года, показало, что в контуре залежи произошло увеличение температуры до 0.9°C. За контуром залежи произошло закономерное, для этого времени года, сезонное понижение температур на 0.05 – 0.15°C (рис.1). Данный факт показал, что основной причиной изменения параметров геофизических полей над залежью являются сейсмические импульсы. Таким образом, было установлено, что в период прохождения сейсмических импульсов, залежь газа обнаруживает себя, но в тоже время является индикатором для регистрации параметров изменения геофизических полей характеризующих конечную фазу подготовки предстоящего сейсмического события.

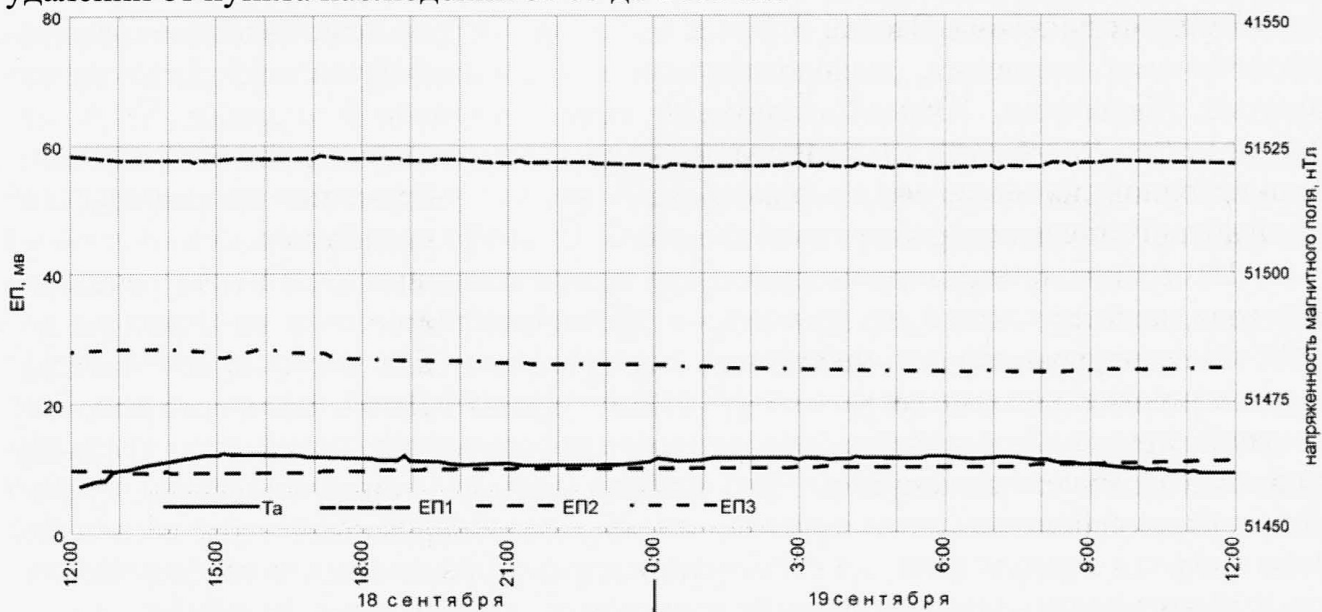


**Рис.1.** Изменение температур по профилю 1 до и после землетрясения 13.09.04 г.: А – температуры 12 сентября (1), 15 сентября (2); Б – разность температур

Последующие исследования позволили установить, что геодинамическое состояние залежи начинает изменяться за несколько часов до момента сейсмического события, что находит отражение в состоянии геофизических полей над залежью УВ в виде возмущений, резко отличающихся от фоновых значений их напряженности. Последние регистрируются на всем протяжении спокойной сейсмологической обстановки (рис.2.)

За время стационарных наблюдений записано более 40 эпизодов возмущений геофизических полей, совпадающих с сейсмическими событиями, произошедшими на удалении от пункта наблюдений от 1083 км (одно наиболее удаленное) до 60 км, которые в период камеральной обработки материалов представлены в графической форме и сопоставлены с официальными сейсмологическими данными.

За время стационарных наблюдений записано более 40 эпизодов возмущений геофизических полей, совпадающих с сейсмическими событиями, произошедших на удалении от пункта наблюдений от 60 до 1000 км.

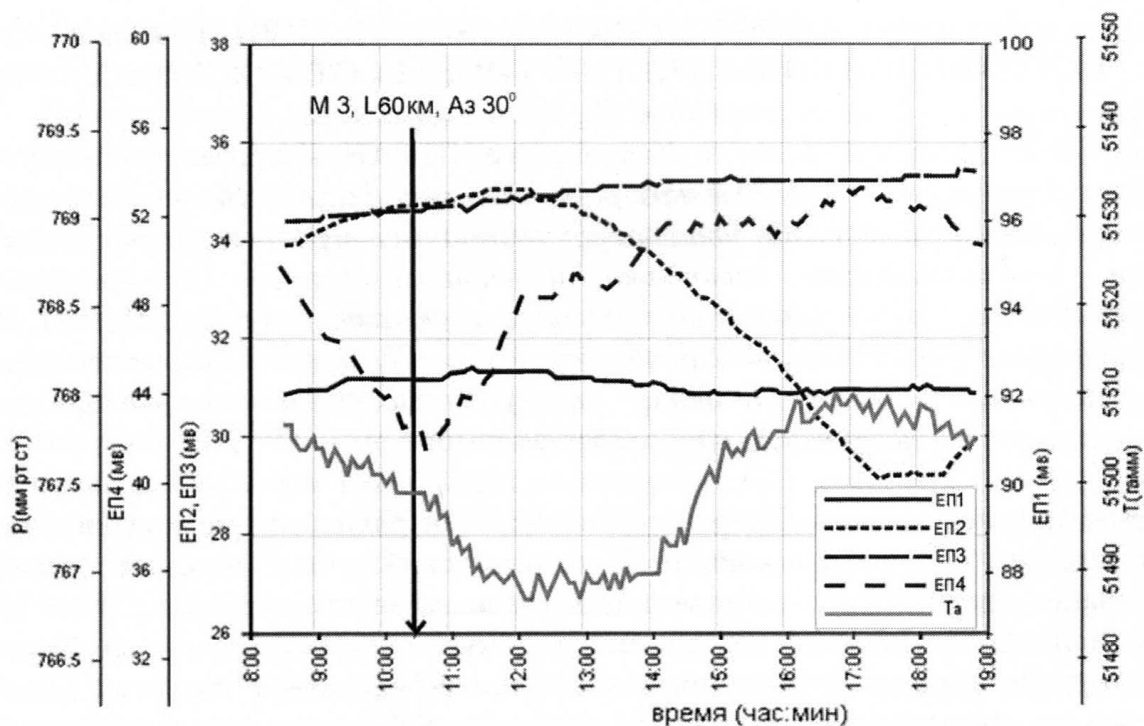


**Рис.2.** Пример записи естественного электрического и геомагнитного полей в период спокойной сейсмологической обстановки

Из полученных материалов следует, что **формы проявления сейсмических событий в геофизических полях** различны. Наиболее часто повторяются следующие: 1) *в геомагнитном поле*: плавное или резкое понижение напряженности поля за 3-4 часа до момента события; резкое повышение поля за 40-50 минут до события; хаотичные (непериодические) колебания поля в пределах 5-20 нТл за 10 минут до события; 2) *в естественном электрическом поле*: возникновение резких амплитудных (до 10-15 мВ) непериодические колебания ЕП за 1.5 часа до сейсмического события; плавное или резкое повышение поля на 5-15 мВ за 4-5 часов перед серией толчков; резкое увеличение напряженности ЕП за 6.5-7 часов до максимума, формирующегося за 5 часов до события, затем снижение напряженности до фоновых к моменту события; 3) *в термальном поле*: снижение температур в приповерхностном слое начинается за 5-6 часов до сейсмического события.

Все перечисленное выше относится к сейсмическим событиям, эпицентры которых расположены на удалении 350 км от места наблюдений и более.

Другая форма проявления близкого землетрясения (60 км к ССВ от места наблюдения) зафиксирована нами 17 октября 2008 года. Здесь наблюдения ЕП выполнялись четырех-азимутальной установкой. Естественное электрическое, геомагнитное и термальное поле были выведены из состояния покоя за 26 часов до землетрясения с магнитудой 3, произошедшего в районе п. Синегорск. При этом, к моменту события наиболее резкие изменения показали каналы ЕП, ориентированные близко по направлению к эпицентру (плавное повышение напряженности, канал ЕП 2 на рис. 3) и ориентированный ортогонально этому направлению (понижение напряженности, канал 4 на рис. 3). Показания по двум другим каналам существенно не отличились от фоновых.



**Рис. 3.** Пример состояния геофизических полей в период землетрясения 17.10.2008 г.: в термальном поле зафиксировано повышение температуры до 0.05 градуса за 1.5 часа до события, напряженность геомагнитного поля к моменту события понизилась на 5-7 нТл за 1 час до события

### Выводы

1. Залежь УВ, расположенная в зоне влияния активного тектонического разлома, является индикатором геодинамических процессов протекающих как внутри нее, так и за ее пределами.
2. По комплексу признаков временных изменений геофизических полей контур залежи УВ поискового объекта может быть определен на местности.
3. Возмущения геофизических полей над залежью УВ начинается за несколько часов до сейсмического события, если его эпицентр удален более чем в 350 км от пункта наблюдений, и ранее чем за сутки, если он расположен в радиусе около 100 км.
4. Для получения информативных сигналов - предвестников сейсмических событий может быть использована неподверженная техногенному воздействию залежь углеводородов, расположенная в зоне влияния активного тектонического разлома.

### Литература

1. Паровышний В.А., Веселов О.В., Сеначин В.Н., Временные изменения геофизических полей над газосодержащими геодинамическими системами. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2005. – 50 с.
2. Паровышний В.А., Веселов О.В. Сеначин В.Н., Кириенко В.С. Временные изменения геофизических полей над газовой залежью (о.Сахалин) // Тихоокеанская геология – 2008. – Т.27. – №4. – С.3-14.