

Наиболее чувствительным ферментом к цементному и радиоактивному факторам является инвертаза, ее активность снижается при данных типах загрязнения до 22 раз. Нефтяное загрязнение может активировать гидролитические почвенные ферменты (инвертаза, уреазы) при относительно малых и средних концентрациях. Активность окислительно-восстановительных почвенных ферментов при любых концентрациях нефти в почве ниже контрольного значения на 42,9–85,7%, по-видимому, это может быть связано с тем, что нефтяная пленка на частицах почвы перекрывает доступ кислорода к ферментам.

Полученные данные в целом укладываются в общую схему негативного воздействия экотоксикантов различной природы в условиях Центральной и Южной Якутии на биологическую активность почв, но нуждаются в дополнительной информации относительно численности микроорганизмов и дальнейшей детализации. Различные антропогенные воздействия существенным образом изменили облик окружающей среды, отчуждая и разрушая биогенно-активные экосистемы и почвы. Но в то же время на современном этапе развития техногенного процесса человечеству предстоит организовать целесообразные взаимоотношения между биосферой, экосистемами, почвами и техногенными факторами по типу биогеохимических циклов, функционирующих в природе.

Литература

1. Напрасникова Е.В. Биохимическая активность молодых техногенных почв // Динамика веществ в геосистемах. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН СССР, 1983. – С.55–61.

2. Засорина Э.В. Биохимическая активность молодых техногенных почв (на примере Стойлинского ГОКа) // Рекультивация земель, нарушенных горными работами на КМА (Курск). – Воронеж: Изд-во ВСХИ, 1985. – С.74–84.

3. Kiss B. Enzymological study of the evolution of technogenic soils // Evolution and adaptation. – 1985. – V.2. – P. 159–186.

4. Ларионов В. П., Михайлов В. Е., Иванов А. М. Главный приоритет – новые технологии // Наука и образование. – 1998. – №4. – С. 10–13.

5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 1990. – 186 с.

6. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. – 1978. – №6. – С. 63–66.

7. Галстян А.Ш. Итоги изучения биологической активности почв // Итоги научно-исслед. работ по генезису, биохимии, мелиорации, агрохимии и эрозии почв. – Ереван, 1983. – С.41–59.

8. Susan, Isaac. To what does fungal activity contributes to the processes of decomposition of soil in composts? // Mycologist. – 1998. – V. 12, № 4. – P. 185–186.

9. Макаров В.Н. Геохимия снежного покрова вблизи угольного разреза // География и природные ресурсы. – 1990. – № 1. – С. 37–44.

10. Ковриго В.П., Ковриго В.П., Кауричев И.С., Буракова Л.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2000. – 416 с.

11. Хазиев Ф.Х., Агафарова Я.М., Гулько А.Е. Ускоренный колориметрический метод определения инвертазной активности почв // Почвоведение. – 1988. – № 11. – С.119–121.

12. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – С. 40–54, 270–271.

13. Лифшиц С.Х., Чалая О.Н., Шашурин М.М. и др. Трансформация нефтезагрязнения и формирование адаптивной реакции растений в модельном эксперименте с мерзлотной почвой Якутии // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – №19. – С. 169–178.

Поступила в редакцию 23.12.2011

УДК 504.55:550.3

Приповерхностная геотермосъемка. Возможности применения и усовершенствования

А.А. Ахметшин, Г.Н. Саввинов, В.В. Иванов

Даются предложения по усовершенствованию одного из перспективных направлений экологической геофизики – приповерхностной геотермосъемки. Вносящее помехи изменение температуры во время съемки предлагается учитывать с помощью измерения вариаций температуры станциями, позволяющими производить автоматические режимные измерения температуры.

Ключевые слова: геоэкология, экологическая геофизика, приповерхностная геотермосъемка, солнечная радиация, внутриземной тепловой поток, термометры.

АХМЕТШИН Ахат Акдасович – к.г.-м.н., доцент, в.н.с. НИИ прикладной экологии СВФУ, sahati@mail.ru; САВВИНОВ Григорий Николаевич – д.б.н., директор НИИ прикладной экологии СВФУ; ИВАНОВ Василий Васильевич – к.т.н., зам. директора НИИ прикладной экологии СВФУ, v.v.ivanov@mail.ru.

Suggestions on how to improve one of the promising areas of environmental geophysics, near-surface geothermic survey, are given. The temperature change introducing interference during survey is suggested to take into account by means of temperature stations which can carry out temperature takings in automatic regime.

Key words: geoecology, environmental geophysics, near-surface geothermic survey, solar radiation, underground heat flow, thermometers.

Тепловое состояние Земли и закономерности его изменения определяются общим тепловым балансом приходящей энергии космического и солнечного излучения и внутреннего тепла, обусловленного рядом глобальных, региональных и локальных особенностей строения планеты и литосферы [1].

Температура приповерхностных образований геоэкологической среды определяется, помимо влияния тепла солнечной радиации (см. ниже), перераспределением внутреннего земного потока за счет структурно-тектонических особенностей массивов горных пород, геологических, геохимических, геофизических, биологических процессов. Изучение последних может быть достигнуто посредством ведения тепловой съёмки земной поверхности и подземной среды. Получаемая информация может быть полезной при поисках полезных ископаемых, месторождения которых могут формировать тепловые аномалии (сульфиды, самородная сера, двуокисное железо, углеводороды и др.) или трансформировать тепловой внутриземной поток. В качестве примера на рисунке приведены результаты геотермических исследований на нефтегазовом месторождении Блэйк-Лейк (штат Северная Луизиана, США), описываемых в работе [2]. Измерения проводились на глубине 1,4 м. Контуры залежи, как это видно, соответствуют повышенные ее значения, что устанавливается без применения каких-либо приемов для выделения полезной информации.

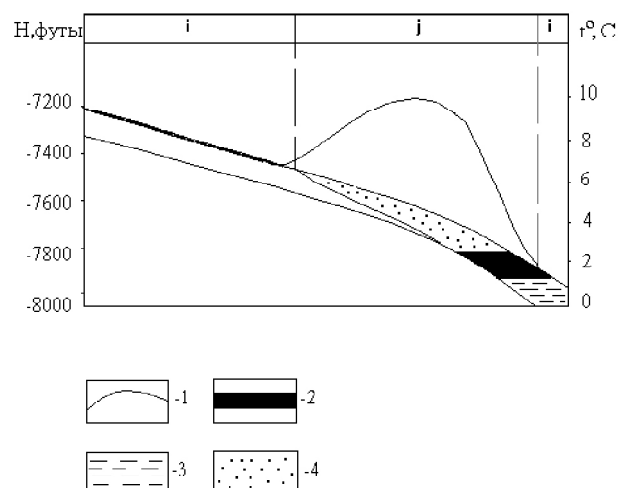
На рисунке видно, что контур залежи четко выделяется аномалией температуры. Выделяется также повышение температуры, обусловленное структурным фактором (участки 1 температурных кривых).

Термосъемка находит все большее применение при решении геоэкологических задач, в том числе при эколого-геофизическом районировании территорий, ведении мониторинга природной среды с помощью ГИС-технологий, выявлении и картировании зон техногенных тепловых загрязнений подземных водных горизонтов, при изучении теплового загрязнения городской среды в разрезе микрорайонов и др. Имеются прямые возможности выявления и картирования зон деградации и новообразований многолетнемерзлых горных пород: их температура варьирует от $-0,6$ до $-4,2^{\circ}\text{C}$, а даже небольшие флуктуации температуры (всего на $2-3^{\circ}\text{C}$) в верхних частях инженерно-геоло-

гической среды могут приводить к заметным изменениям прочностных и деформационных свойств грунтов, в том числе и к ухудшению их несущей способности.

Температуру приповерхностной части Земли главным образом определяет солнечная радиация, меняющаяся в зависимости от суточных, сезонных, годовых колебаний, погодных, климатических, а также геоморфологических условий. Существенную роль могут играть наличие водных объектов; состав почв, приповерхностных грунтов и горных пород, их теплофизические свойства; характер и состояние растительного покрова и др. Основным фактором является интегральная характеристика тепловых свойств приповерхностных образований, обуславливающим также отражательную способность поверхности, количественную оценку которой можно определить по интенсивности инфракрасного (ИК) и радиотеплового (РТ) излучений. При исследованиях температуры земной поверхности и приповерхностных частей литосферы в настоящее время широко используются дистанционные методы; радиотепловые (РТС) и инфракрасные (ИКС, ТИКАС, ТАС) съемки, осуществляемые с космических и воздушных носителей.

Для наземных (авто- и пешеходных) исследований теплового поля применяются традиционные



Температура на глубине 1,4 м по профилю через нефтегазовое месторождение Блэйк-Лейк: 1 – геологические границы; 2–4 – горизонты: 2 – нефтеносный, 3 – водоносный, 4 – газоносный. I – область проявления структурного эффекта; J – область проявления нефтегазовой залежи

термисторные термометры или термометры сопротивления; в ИК-диапазоне используются переносные тепловизоры, обладающие меньшей чувствительностью и большей инерционностью, чем дистанционные, но позволяющие выполнять повторные наблюдения с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Изучение теплового поля в ИК-диапазоне дает возможность оперативно исследовать источники теплового загрязнения, определять экологически значимые аномалии теплового поля, осуществлять прогнозирование его воздействия на развитие литосферных и биосферных процессов.

Основная проблема применения терморазведки на малых глубинах (до 1,5 м) заключается в исключении солнечных возмущений температуры на поверхности Земли, имеющих периодический характер с двумя основными периодами – суточным и годовым, описываемыми формулой [3]:

$$T(h, \tau) = T_0 + \Gamma h + \sum_{i=1}^n \Delta T_i e^{-2\pi h/H_i} \times \sin [2\pi \tau/T_{mi} - 2\pi h/H_i],$$

где τ – время; h – глубина; ΔT_i – амплитуда колебаний температуры с периодом колебаний T_{mi} ; $H_i = 2\sqrt{\pi\alpha T_{mi}}$ ($\alpha = \text{const}$) – длина температурной волны; T_0 – среднегодовая температура на поверхности Земли; Γ – геотермический градиент.

Последний член формулы зависит от времени и затрудняет интерпретацию результатов термометрических наблюдений вблизи поверхности Земли (Это затруднение не имеет места при ведении аэро- и космических тепловых съемок, осуществляемых посредством одномоментного производства снимков всей интересующей территории).

Полное исключение помех от внешних источников, в принципе, возможно только в том случае, если колебания температуры в приповерхностном слое Земли на исследуемой площади совершаются синхронно, а амплитуда температуры ΔT_i не зависит от координат на площади. Основным условием синхронизации температурных колебаний является одинаковая температуропроводность подстилающих пород, а равенства амплитуд температуры – одинаковые альбеда и экспозиция склонов.

В разности температур между двумя точками на одинаковой глубине, если температурный режим в приповерхностном слое Земли синхронный, все члены приведенной формулы, зависящие от времени, аннулируются при условии, что измерения температуры в разных точках произведены одновременно [3]. Для соблюдения одновременности измерений обычно применяются термисторные термометры или термометры сопротивления, смонтированные на многожильном кабеле. После измерения температуры в точках, количество которых соответствует количеству датчиков в косе, оставляют один или два датчика температуры в

крайних пикетах, а остальные используют на новом участке. Путём повторного измерения в этих пикетах определяется величина смещения температурной кривой, произошедшего за время наращивания профиля. Для привязки температурных данных, полученных на разных профилях, необходимо снимать один или несколько дополнительных поперечных профилей, включающих по одному или двум датчикам в пикет каждого из ранее снятых профилей [3].

Описанная методика съемки не предполагает одновременного измерения температуры во всех точках наблюдений, как это подразумевается в сущности самого метода геотермосъемки. Налицо последовательная (в разные моменты времени) съемка температуры группами датчиков, смонтированных на кабеле. Однако предложенный способ увязки температуры между участками профилей и между профилями путём введения поправок температуры, полученных по привязочным шупам, является принципиально вполне корректным. Способ обеспечивает приведение измеренных значений температуры к определенному моменту времени и поэтому такую съемку можно назвать псевдоодновременной, т.е. обеспечивающей получение результатов, как если бы они были получены при одновременной съемке по всей площади.

К недостаткам метода геотермосъемки, которые мы предполагаем возможным устранить, отнесется необходимость:

- группирования датчиков посредством многожильного кабеля;
- повторного измерения температуры в одном или двух датчиках, оставляемых в крайних пикетах после измерений в каждой группе точек;
- снятия одного или нескольких дополнительных поперечных профилей, включающих по одному датчику в пикет каждого из ранее снятых параллельных профилей (для увязки температурных данных, полученных на них);
- использования дополнительных датчиков (и проходки ввиду этого на каждом профиле дополнительных шпуров) для стыковки участков с различными теплофизическими свойствами поверхности Земли (пахота, посев, целина и т.д.);
- проведения съемки посредством ручных замеров температуры. Применение же автоматической записи хотя бы на одном из этапов съемки позволило бы повысить общую точность съемки.

Ранее (приоритет 1995 г. [4]) сообщалось о возможности усовершенствовать методику проведения полевой геотермосъемки исходя из действующих положений методологии полевой геофизики. Предлагаемый нами способ включает измерение температуры на глубинах 1,5–2,0 м по сети точек наблюдений, соответствующей масштабу

съемки. Он отличается от аналога тем, что наблюдения становится возможным выполнять посредством одного датчика (или несколькими обособленными) путем последовательного измерения в последующих точках наблюдений. Осуществление этого становится возможным за счёт того, что изменение температуры во время съемки предлагается учитывать с помощью измерения вариаций температуры станциями, позволяющими производить автоматические режимные измерения температуры.

Таким образом, в сущности, для учета изменения температуры во времени предлагается применять подходы для учета вариаций магнитного и гравитационного полей. Ограничения для съемки теплового поля с сопутствующим ей измерением вариаций температуры посредством автономных станций те же, что и для съемки магнитных, гравитационных и магнитотеллурических полей: это синхронность колебаний измеряемого параметра на всей исследуемой площади и независимость его амплитуды каждого источника от координат на площади – см., например, [5].

Приращение значения температуры за время $\Delta \tau_i = \tau_i - \tau_0$ равно: $\Delta T_{\tau_i} = T_{\tau_i} - T_{\tau_0}$, где T_{τ_0} – значение измеряемой температуры в исследуемой точке в исходный момент времени τ_0 ; T_{τ_0} – то же в момент времени τ_0 .

В той же точке приращение значения температуры по автономной режимной станции за время $\Delta \tau_i$: $\Delta n_{\tau_i} = (n_{\tau_i} - n_{\tau_0}) \varepsilon$, где n_{τ_0} и n_{τ_i} – отсчеты по вариационной режимной станции соответственно в исходной точке и в точке измерения; ε – цена деления.

Очевидно, что при правильной методике и градуировке аппаратуры должно выполняться соотношение $\Delta T_{\tau_i} = \Delta n_{\tau_i} \varepsilon$.

Графики температуры на пикетах съемки сопоставляют с соответствующими участками кривых на вариограмме, на которой выбирают условное значение T_{τ_0} , при котором величина вариации равна нулю. В наблюдаемые значения температуры вводится поправка, равная изменению температуры в промежуток времени $\Delta \tau_i = \tau_i - \tau_0$: $T_{\tau_i} - \Delta T_{\tau_i} = T_{\tau_0}$.

В случае однородных поверхностных условий на территории съемки достаточно использовать один пункт для измерения вариаций температуры. Если же поверхностные условия сложные, то такие пункты должны устанавливаться в пределах участков с характерными для точек съемки условиями теплообмена на поверхности.

Литература

1. Хуторской М.Д. Введение в геотермию. – М.: Изд-во РУДН, 1996.
2. Lasky B.H. World Oil. – 1967. – V. 164, № 5. – P. 92–99.
3. Чекалюк Э.Б., Федорцов И.М., Осадчий В.Г. Полевая геотермическая съемка. – Киев: Наукова думка, 1974. – 102 с.
4. Ахметшин А.А. Один из подходов к усовершенствованию нефтегазопоисковой геотермосъемки // Тезисы докл. республиканской конф. науч. молодежи «Эрэл-95». – Якутск, 1995. – С.106.
5. Магниторазведка: справочник геофизика/ Под ред. В.Е. Никитского, Ю.С. Глебовского. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 470 с.

Поступила в редакцию 07.11.2011

УДК 561:569.614

Реконструкция растительности периода жизни Хромского мамонта

А.В. Протопопов, Е.И. Троева, В.В. Плотников

Проведена апробация нового флористического метода реконструкции позднплейстоценовой растительности на территории Якутии по данным спорово-пыльцевого анализа из захоронения детеныша мамонта на р. Хрома. Метод основан на пространственном анализе современных ареалов индикаторных видов растений и соответствующих климатических условий их произрастания.

Ключевые слова: реконструкция, плейстоцен, споро-пыльцевой анализ, индикаторные виды, ГИС.

A new floristic method of the Late Pleistocene vegetation reconstruction on the territory of Yakutia based on the spore-pollen analysis data from the find site of the mammoth calf on The Khroma river has

ПРОТОПОПОВ Альберт Васильевич – к.б.н., с.н.с. отдела изучения мамонтовой фауны АН РС(Я), a.protopopov@mail.ru; ТРОЕВА Елена Ивановна – к.б.н., н.с. ИБПК СО РАН, etroeva@mail.ru; ПЛОТНИКОВ Валерий Валерьевич – с.н.с. отдела изучения мамонтовой фауны АН РС(Я).