

## Заключение специалистов № 4

13 октября 2006 г.

г. Москва

На основании письменной просьбы Фонда подводных археологических исследований им. В.Д. Блаватского от 20.05.2006 г. зав. отделом судебно - медицинской идентификации личности ФГУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы Росздрав» Заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук профессор В.Н. Звягин и старший научный сотрудник того же отдела кандидат технических наук В.В. Королев произвели исследование проб грунта подземного объекта Куликова поля, выявленного при георадарной съемке.

### Краткие сведения

Георадарное обследование Куликова поля с целью поиска захоронений воинов, погибших в 1380 году, выполнялось в течение 5 лет группой специалистов-физиков и археологов ВНИИСМИ, ИЗМИР АН и Фонда подводных археологических исследований по разрешению дирекции Музея-заповедника «Куликово поле» (дир. В.П.Гриценко).

29 апреля – 7 мая 2006 года георадарная группа обнаружила 6 подземных объектов глубиной 1,8 – 2 метра, расположенных с интервалом 100 – 120 метров. На одном из этих объектов была выполнена 3D съемка. Результаты зарегистрировали яму размерами 10х12 метров. В этом месте был сделан пробный шурф длиной 12 метров и глубиной около 1,5 метров. При этом установлено, что на границе черноземного и глинистого слоев располагается слой «белесоватого» грунта (БГ), плотность которого заметно ниже. Из центра зоны БГ взяты пробы №№ 5, 6, 11. Схема 3D съемки этого объекта с указанием границ шурфа и мест дополнительного изъятия проб грунта (№№ 7, 8, 10, 13; далее ДГ) даны на Рис. 1.

### ИК-спектроскопия проб

Исследование проведено с использованием ИК-спектрофотометра «Pagon 500» (Perkin Elmer) и имело своей целью определение молекулярного состава проб БГ по отношению ДГ. Образцы проб (предварительно высушенные) готовили путем таблетирования с бромистым калием (2 мг + 250 мг KBr). Спектр проб фикс-

сировали в интервале частот 400 – 4000 см<sup>-1</sup>. Расшифровка ИК-спектров проводилась по методике Н.Н. Стрельца (1971) и Л.Л. Шафранского (1987).

При исследовании установлено, что ИК-спектры проб (№№ 5, 6, 11) БГ идентичны друг другу (Рис. 2). То же самое можно отметить и для проб (№№ 7, 8, 10, 13) ДГ (Рис.3).

ИК-спектры проб БГ и ДГ дифференцируются по полосам поглощения у частот 713,4; 874,2; 1434,2; 1796,6 и 2514,3 см<sup>-1</sup>, которые присутствуют в пробах ДГ и отсутствуют в пробах БГ. Обратим также внимание на резкую выраженность полосы поглощения в пробах ДГ у частоты 1434,2 см<sup>-1</sup>, и ее следы - в пробах БГ, и разное соотношение некоторых полос (Таблица 1).

Таблица 1. Отношение величин пропускания полос поглощения Амид I 1630,0 см<sup>-1</sup> к полосе карбоната 1434,2 см<sup>-1</sup>

№ образца	Пропускание, %		
	амида I	карбоната	амид I/ карбонат
Пробы ДГ			
8	21.94	11.45	1.84
10	17.36	03.0	5.79
7	22.7	02.57	8.83
Пробы БГ			
5	21.0	следы	21
11	23.0	следы	23

ИК-спектры проб БГ и ДГ в определенной мере напоминают аналогичные спектры торфа (Рис. 4) и человеческого праха из достоверно известного захоронения XII века с полным разрушением плоти, включая и костную ткань (Рис. 5). Торф и прах между собой дифференцируются по полосе поглощения у частоты 1371,9 см<sup>-1</sup> и соотношению полос поглощения у частот 1410 (1415) и 1631 см<sup>-1</sup>.

Даже беглый взгляд показывает, что ИК-спектр БГ заметно ближе к праху, чем последний к торфу, за исключением полос поглощения у частот 2852,7 и 2924,9 см<sup>-1</sup> (метильные группы).

Вместе с тем ИК-спектры праха и проб БГ укладываются в картину временной деструкции костного вещества под влиянием почвенных факторов.

В ИК-спектрах свежих нативных костей (Рис. 6) обычно наблюдаются интенсивные полосы поглощения, связанные с колебаниями PO<sup>3-</sup><sub>4</sub> области 500 – 650 см<sup>-1</sup> (деформационные колебания) и 900 – 1150 см<sup>-1</sup> (валентные колебания), полосы поглощения аниона CO<sup>2-</sup><sub>3</sub> 880; 1400 и 1460 см<sup>-1</sup>, а также полосы поглощения, относящиеся к колебаниям белковой части (амид III 1240 см<sup>-1</sup>, амид II

$1540 \pm 10 \text{ см}^{-1}$ , амид I  $1680 \pm 20 \text{ см}^{-1}$ ), включая метильные  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}_3$  группы ( $\sim 2850$ ,  $\sim 2970 \text{ см}^{-1}$ ) и липидов ( $\sim 1740 \text{ см}^{-1}$ ).

На Рис. 7 и 8 представлены ИК-спектры костного вещества из захоронений давностью около 200 и 800 лет.

Наш опыт свидетельствует, что временная трансформация костного вещества под влиянием факторов грунтового захоронения происходит в определенной последовательности:

- первыми исчезают липиды (через 3 – 5 лет), потом амиды III (через десятилетия) и амиды II (100 – 200 лет), затем происходит деструкция ортофосфатов (150 – 300 лет) и их постепенное замещение другими соединениями ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и др.);

- на конечных этапах, как видно из Рис. 5, происходит исчезновение ортофосфатов, снижение уровня карбонатов (вплоть до следов) и амидов I;

- метильные группы обладают временной лабильностью и в рассматриваемом процессе мало информативны.

Не подлежит сомнению, что скорость распада костной ткани, зависящая от конкретных климатических, геохимических и гидрологических факторов, требует специального изучения. Подчеркнем, что прах, как объект археологического, антропологического и медико-криминалистического исследования, фактически не изучен. Сведения о спектральном составе праха и хронологической его изменчивости в доступной нам литературе отсутствуют.

#### Эмиссионная спектроскопия проб

Исследуемые пробы и контрольный образец высушивали, затем измельчали в агатовой ступке. Навеска в 150 мг смешивалась со 150 мг графитового порошка и набивали в кратер, предварительно обожженного рюмочного электрода. Спектры эмиссии возбуждали в дуге переменного тока спектрографа ИСП-30. с 3-х ступенчатым ослабителем щели при силе тока 14 а, экспозиции 75 сек и регистрировали на спектральные фотопластинки (тип II чувствительность 16 ед ГОСТа). Расшифровку спектров выполняли по линиям элементов Si (251.6; 1), Mg (279.5; 1), P (255.5; 1), Ca (300.7; 1), Fe (259.9; 1), Al (308.8; 1), Na (330.2; 1), Cu (327.2; 1), Pb (283.3; 1), Mn (280.0; 1), Ti (307.9; ).

Количественное содержание элементов оценивали на микрофотометре Мф-2 по разнице значения почернения линии с фоном и почернения фона рядом с линией  $\Delta S = S_n - S_{\text{ф}}$ .

В таблице 2 представлено элементное содержание проб №5 (БГ), №7 (ДГ) по отношению контрольного образца (захоронения человека, XII век). Отличительной особенностью всех составов является отсутствие фосфора, по остальным элементам состав практически аналогичен, за исключением свинца, наличие которого в контрольном объекте указывает на его происхождение из иного геохимического региона..

Таблица 2. Содержание макро- и микроэлементов ( $\Delta S$ ) в пробах грунта Куликова поля и контрольного образца ( $\Delta S$ )

Пробы	Si	Mg	P	Ca	Fe	Al	Na	Cu	Pb	Mn	Ti
№ 5, БГ	55	44	-	40	45	80	47	28	-	36	28
№ 7, ДГ	49	43	-	54	51	77	45	30	-	34	38
Контрольный образец (прах человека)	69	51	-	58	63	97	47	53	3,5	44	40

#### Заключение

1 Содержимым подземного объекта, 3D изображение которого представлено на Рис.1, является прах, подобный тому, который обнаруживается в захоронениях с полным разрушением плоти, включая костную ткань.

2. По данным ИК-спектрофотометрии различие проб грунта, изъятых внутри данного подземного объекта (БГ) и за его пределами (ДГ), носит достоверный характер.

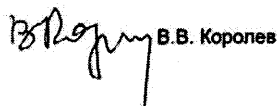
3. Установить видовую принадлежность праха (человек, животное), а также время погребения, и соответствие событиям, имевшим место в 1380 году, не представляется возможным.

4. Уточнение и детализация сведений, изложенных выше (см. пп. 1 – 3), возможны лишь после обнаружения костного материала, который, как правило, в виде фрагментов сопутствует праху.

доктор медицинских наук  
профессор

 В.Н. Звягин

кандидат технических наук

 В.В. Королев

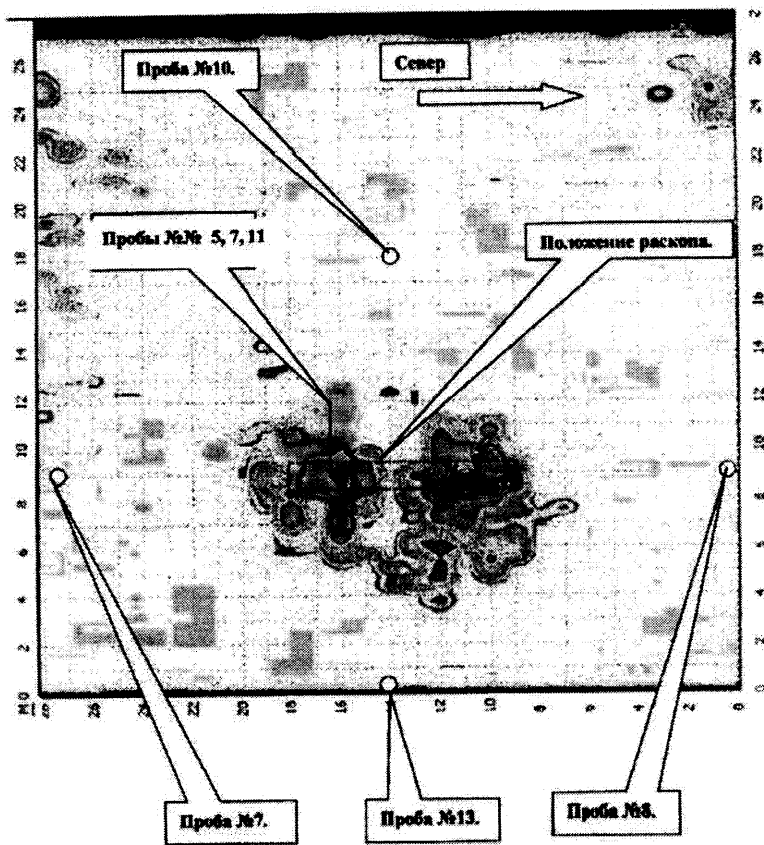


Рис. 1. Схема взятия проб грунта

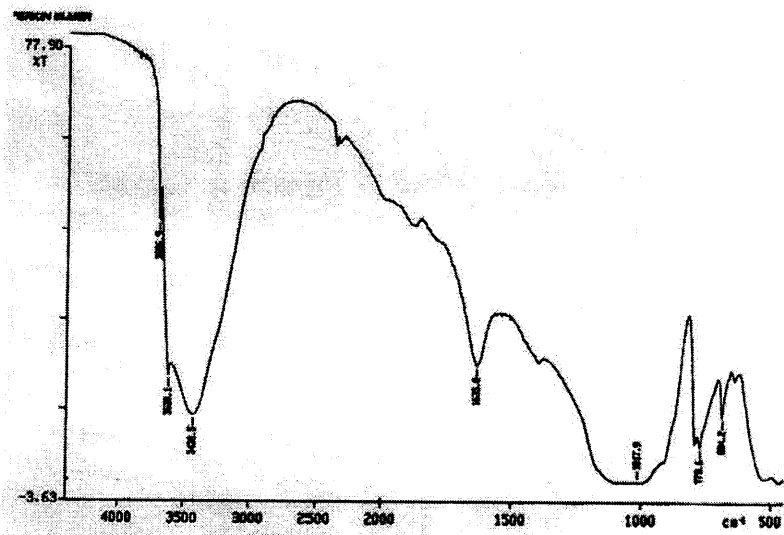


Рис. 2. ИК-спектр проб (№№ 5, 6, 11) БГ

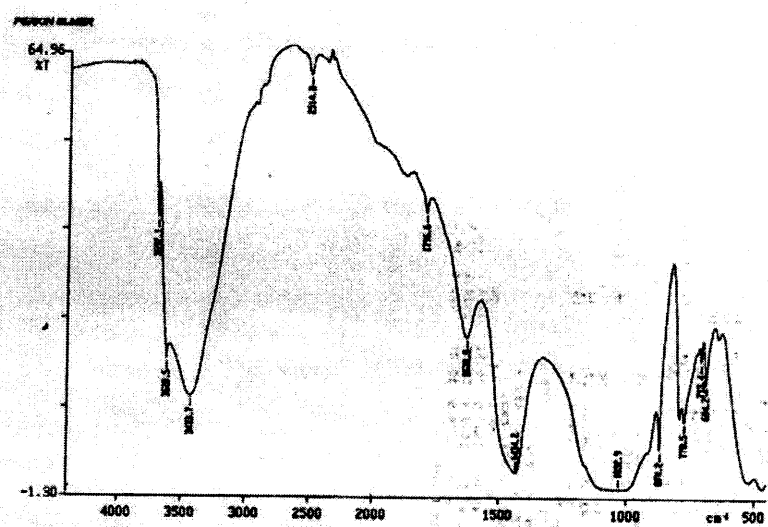


Рис. 3. ИК-спектр проб (№№ 7, 8, 10, 13) ДГ

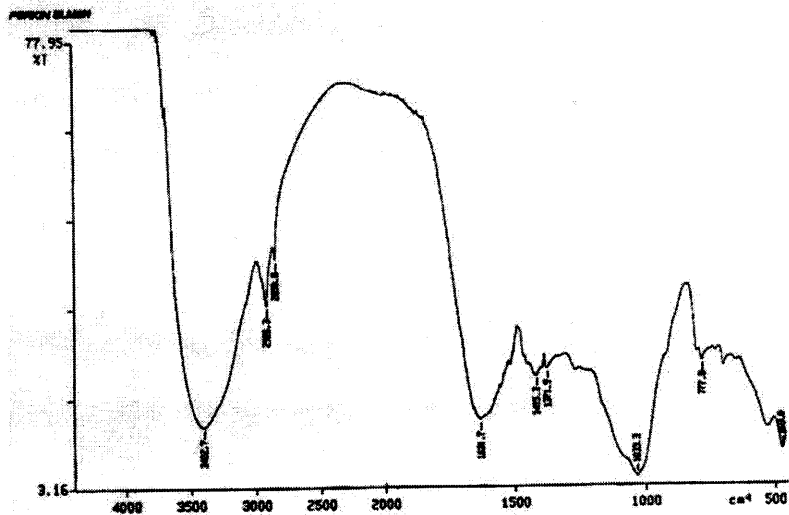


Рис. 4. ИК-спектры торфа

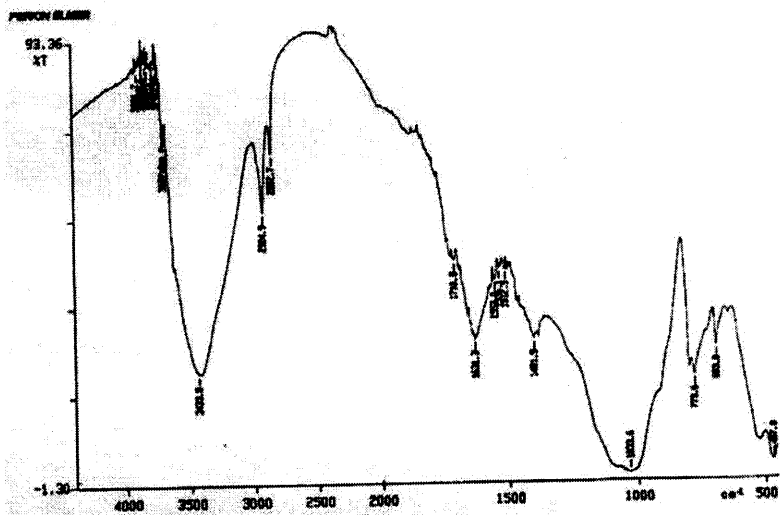


Рис. 5. ИК-спектры человеческого праха из достоверно известного захоронения с полным разрушением плоти, включая костную ткань (XII век)

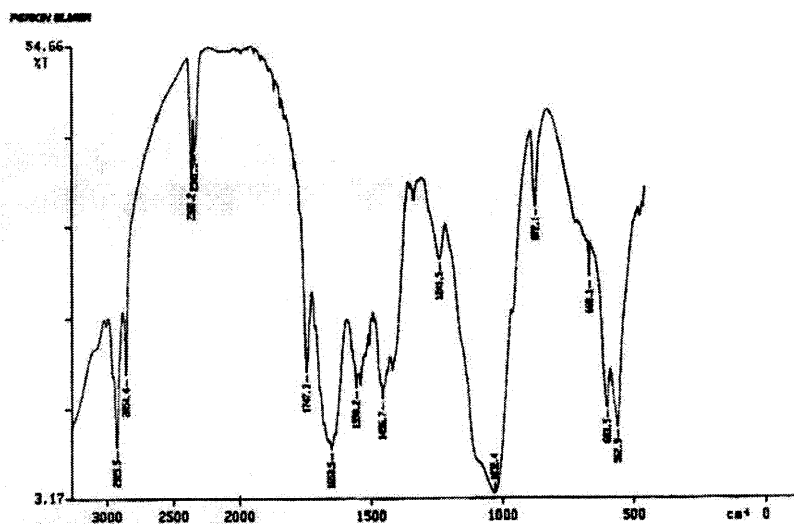


Рис. 6. ИК-спектр свежих нативных костей



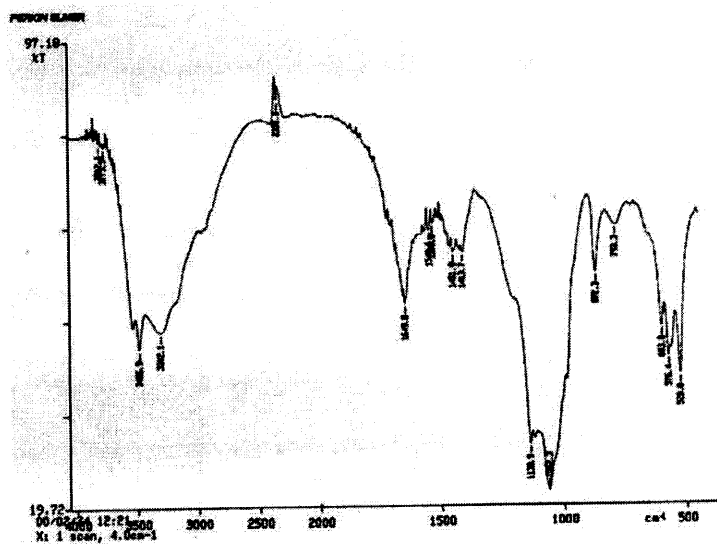


Рис. 7. ИК-спектры костного вещества из захоронений давностью около 200 лет

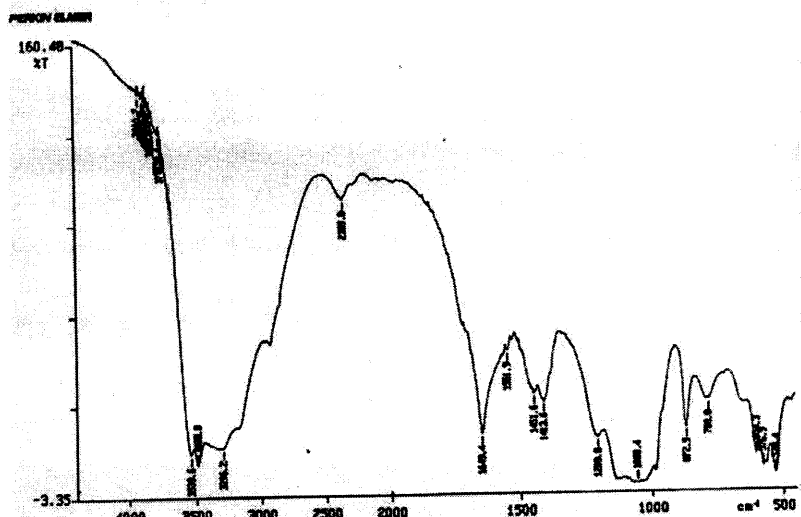


Рис. 8. ИК-спектры костного вещества из захоронений давностью около 800 лет