

**Термолюминесцентный метод датирования
ископаемых палеонтологических останков
животных и его роль в оценке климатических
условий до начала антропогенных изменений**

Н. Л. Алукер и др.
naluker@gmail.com

Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

Ископаемые останки животных встречаются в находках в виде частей известковистых или апатитовых скелетов, ассоциированных с большим или меньшим количеством органического вещества, поэтому основным методом их датирования является радиоуглеродный метод.



Однако из-за ограничений его применения при определении древних возрастов есть необходимость в поисках новых подходов к датированию палеонтологических останков в связи с тем, что датировки чрезвычайно интересны для понимания процессов изменения климата.

Целью является изучение возможности применения термолюминесцентного метода исследования для датирования ископаемых палеонтологических останков животных.

Ископаемые мамонты и климат

Для того чтобы разделить природные и антропогенные процессы, необходимо располагать знаниями о колебаниях климата задолго до начала антропогенных изменений.

Такие знания могут быть получены при изучении природных объектов, которые реагируют на региональные изменения климата с высокой степенью чувствительности.

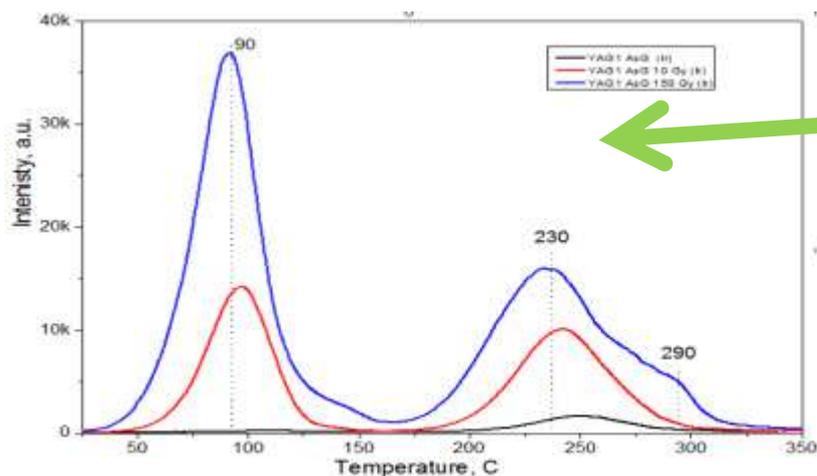
На материковой и островной суше такими объектами являются захороненные в четвертичные отложения останки животных и стоянок людей.

Датирование останков животных (время их погребения в толщу земли или ледников) может дать богатый материал о климатических изменениях в разных региональных зонах.

Одним из перспективных методов определения возраста **археологических объектов** является термолюминесцентный (ТЛ) метод.

В том случае, когда величина измеряемого эффекта пропорциональна дозе ионизирующего излучения, при известной скорости накопления дозы (мощности дозы) можно определить время облучения и, следовательно, возраст объекта.

$$A = \frac{D \cdot S_{\text{необл.}}}{(S_{\text{обл.}} - S_{\text{необл.}} \cdot P)}$$



ДТУ-01М

Аппаратура

Используемый прибор для ТЛ-анализа ДТУ-01М обладает высокой чувствительностью к слабым световым потокам, обеспечивает регистрацию сигнала с расширением температурного интервала исследования ТЛ до 450 °С, и изменение скорости нагрева от 2 до 8 °С/сек.

Этот же прибор с другими (стандартными для дозиметрии) режимами настройки применялся для дозиметрии лабораторного облучения и определения мощности дозы природной радиации при помощи почво и костноэквивалентных термолюминесцентных детекторов ТЛД-К.

Лабораторное облучение проб осуществлялось проникающим гамма-излучением радиоактивного изотопа кобальта-60 на установке РХМ-γ-20.

Описание предоставленной музеем коллекции

| № | Наименование | Сохранность | Памятник | Топография |
|-------|--------------------------------|---------------|------------------------------|------------|
| 22.4 | Кость мамонта, локтевая, левая | фрагментарная | Среднее течение реки Томи | Экспозиция |
| 22.5 | Кость носорога, локтевая | фрагментарная | неизвестно | Фонды |
| 22.8 | Бивень мамонта | фрагментарная | с. Шестаково, р. Кия 1976 г. | Экспозиция |
| 22.9 | Бивень мамонта | фрагментарная | с. Шестаково, р. Кия 1976 г. | Экспозиция |
| 22.12 | Череп бизона с рогами | фрагментарная | г. Белово, разрез | Экспозиция |
| 22.16 | Бивень мамонта | фрагментарная | Среднее течение реки Томи | Фонды |
| 22.18 | Рог оленя | фрагментарная | неизвестно | Экспозиция |
| 22.19 | Череп медведя | фрагментарная | г. Белово, шахта Новая | Фонды |
| 22.24 | Зуб мамонта | фрагментарная | г. Юрга, река Томь | Фонды |
| 22.51 | Кость мамонта, лопатка | фрагментарная | неизвестно | Фонды |
| 22.56 | Зуб мамонта (фрагменты) | фрагментарная | п. Зеленогорский, река Томь | Экспозиция |
| 22.58 | Мамонт (фрагмент) | фрагментарная | п. Комиссарово, г Кемерово | Фонды |

Показательный
стратиграфический разрез
илекской свиты (Шестаково).





Бивни мамонта



Зубы мамонта



Кости мамонта



Бивни мамонта



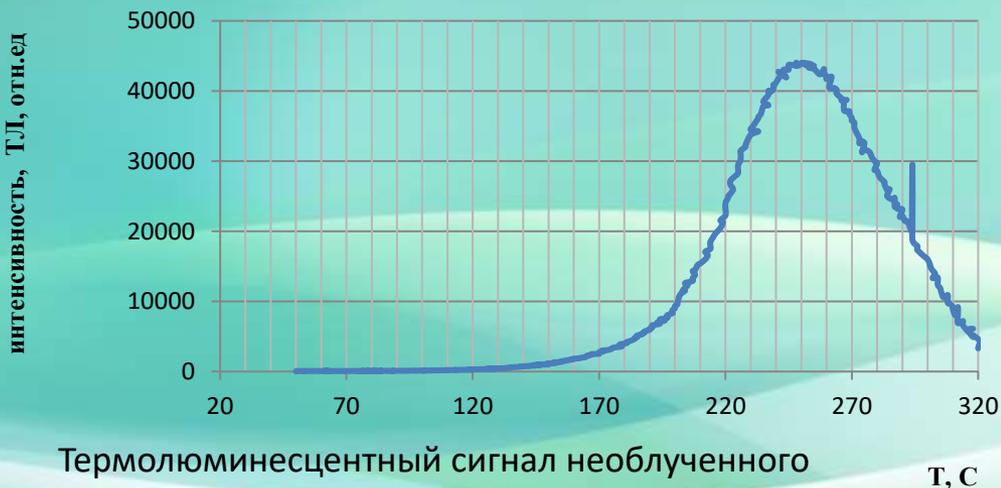
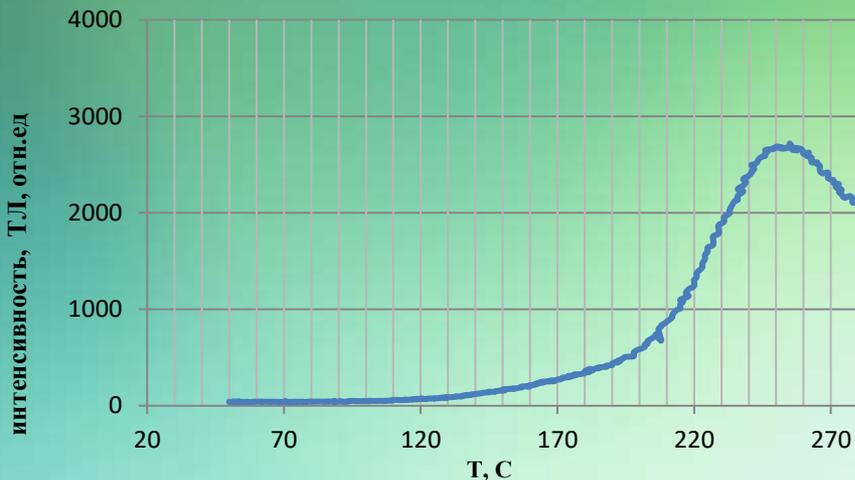
Зубы мамонта



Кости мамонта

Практически для всех образцов коллекции удастся зарегистрировать сигнал ТЛ в температурном интервале 200-350 С.

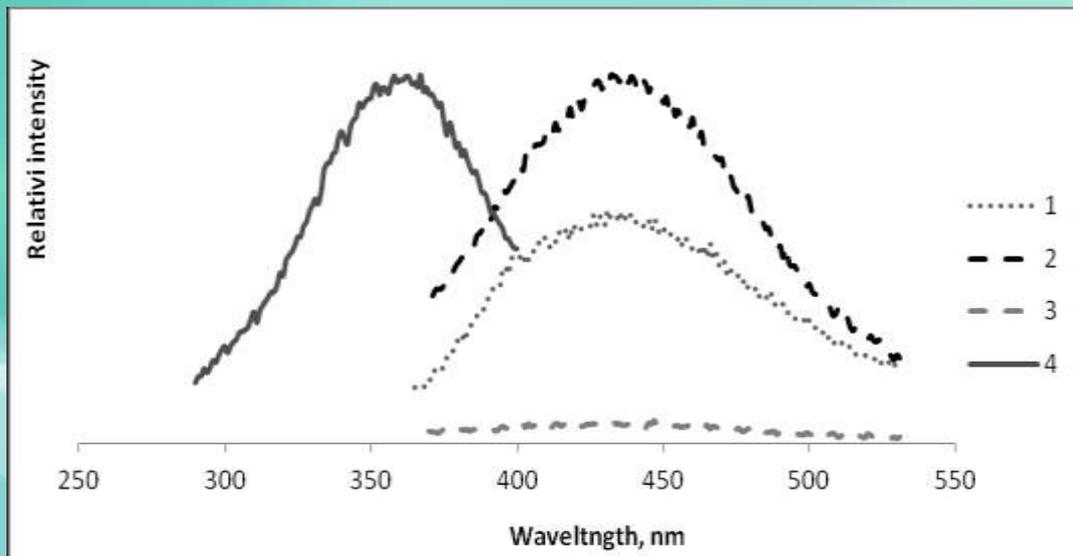
Интенсивности зарегистрированных сигналов сильно отличаются от образца к образцу от 400 до 120000 усл. ед.



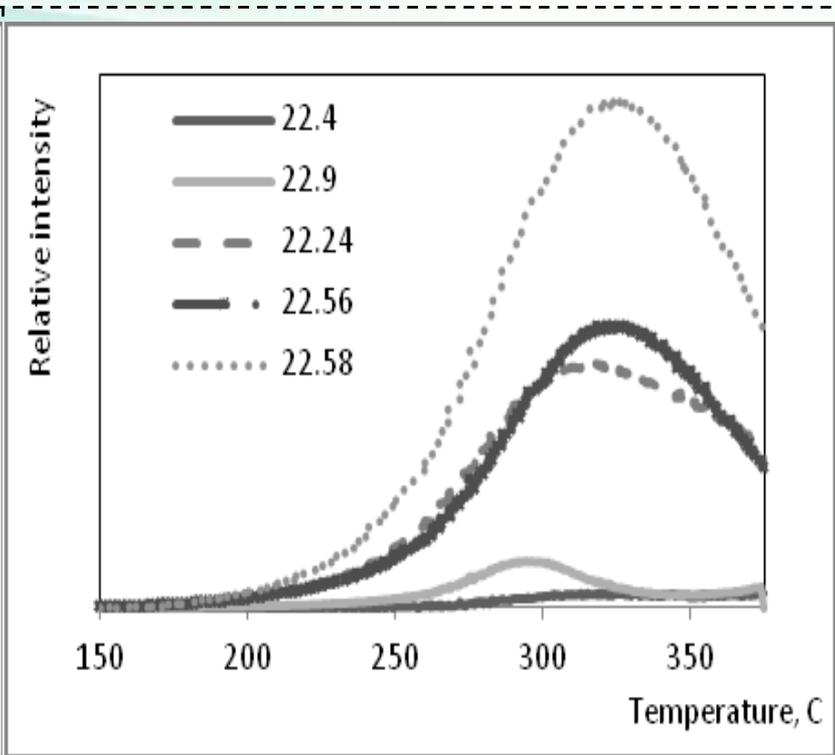
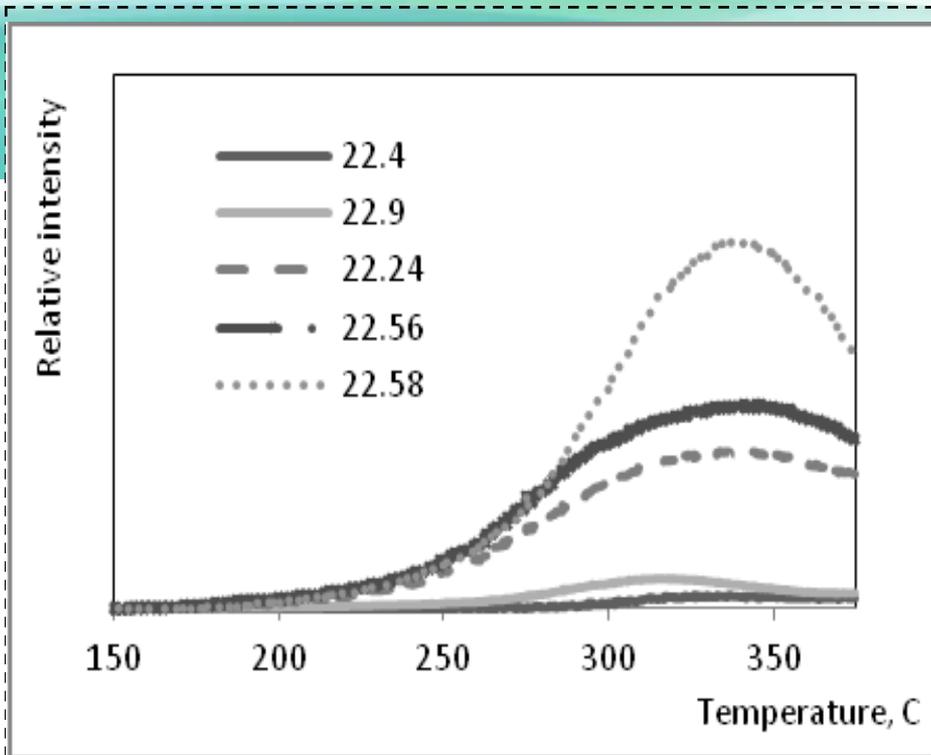
Неорганическая составляющая костей состоит из карбонат-гидроксиапатита, углеродсодержащего фосфата кальция. Гидроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ составляет до 97% зубной эмали и 60-70% костной ткани.

В спектре люминесценции, присутствует полоса люминесценции с максимумом в области 450 нм. Спектр люминесценции оказался близок к люминесценции современного зуба человека.

Это указывает на хорошую сохранность минеральной части ископаемых фрагментов.



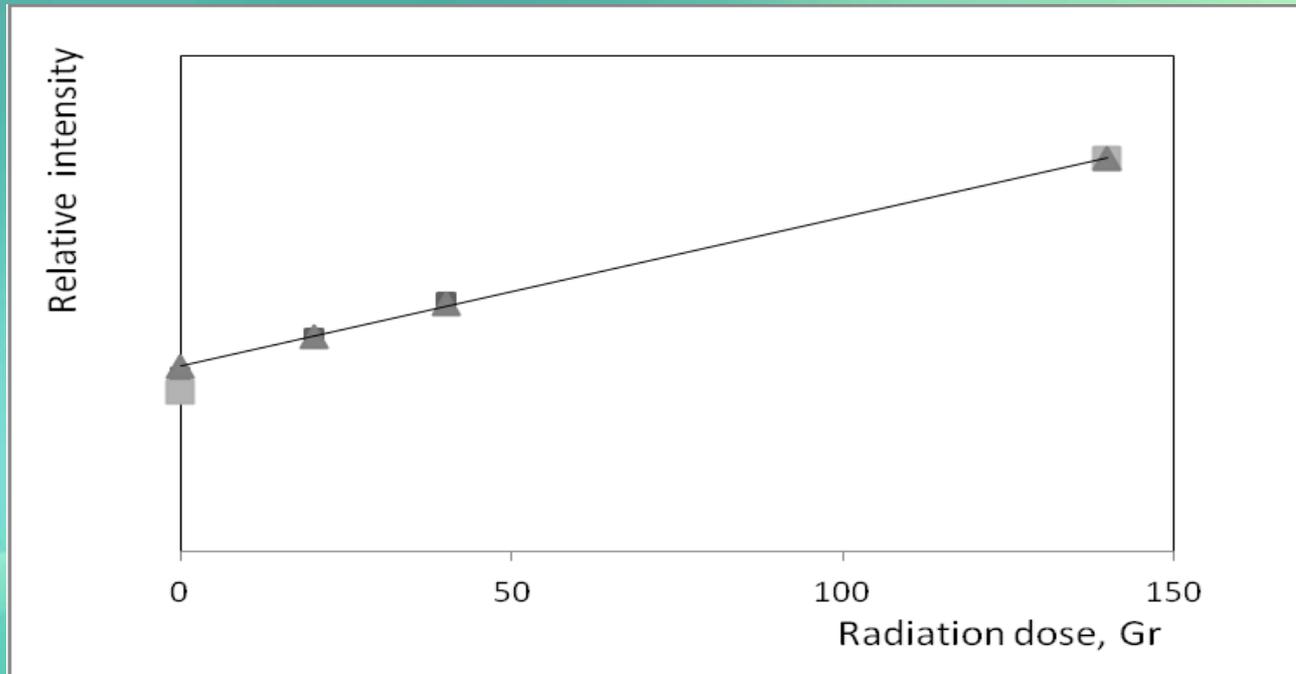
Фотолюминесценция зуба человека и мамонта. 1-3 – люминесценция при возбуждении 350 нм (1-зуба мамонта, 2- здорового зуба человека, 3- зуба человека с кариесом), 4- спектр возбуждения люминесценции зуба



ТЛ исходных, не облученных порошкообразных палеонтологических останков проб

ТЛ облученных дозой 40 Гр порошкообразных палеонтологических останков проб

Проверка линейности накопления дозы лабораторного облучения



Дозовая зависимость накопления ТЛ сигнала.. Средний возраст фрагмента, оцененный по результатам облучения тремя разными дозами, составил $20 \pm 0,5$ тыс. лет.

- Средний годовой радиационный фон, обеспечивающий дозовую нагрузку в почвах Кемеровской области (исследования проводились в районе раскопов археологических памятниках для целей датирования керамики) составляет 0,45 сГр/год.
- С учетом определения дозы облучения при помощи термолюминесцентных детекторов ТЛД-К и величины среднего фона, возраст основной массы проб укладывается во временной диапазон 12-28 тыс. лет.
- Для нескольких проб возраст составил 40 – 45 тыс. лет.
- Были единичные образцы, ненадежно дающие заведомо большой возраст >100 тыс. лет.

Выводы

- **Выявлено** сильное варьирование ТЛ характеристик необлученных останков, зависящее от мест их извлечения, что позволяет делать первичную разбраковку материала.
- **Проведен подбор** методических приемов для оценки возраста, заключающийся в выборе пробоподготовки, режима измерения (скорость нагрева, температура, размер навески) и подборе дозы облучения для получения достоверных результатов с минимизацией погрешности оценки возраста.
- **Сделан вывод** о возможности применения ТЛ метода для оценки возраста ископаемых останков животных, особенно при использовании зубов, в качестве объектов исследования.
- **Проведено датирование** останков мамонтов из коллекции археологического музея КемГУ, не противоречащих представлениям о возможном времени их захоронения в толщу четвертичных отложений.
- **Выявляется** два временных диапазона возрастов исследуемых останков мамонтов, хранящихся в музее. Первый относится к диапазону времен от 12 до 28 тыс. лет, (основная масса образцов), второй от 40 до 45 тыс. лет. Для единичных образцов оцененный возраст оказался >100 тыс. лет.
- Датировки требуют **уточнения**, что связано с необходимостью гарантии отсутствия температурной, световой и др. обработке экспонатов после изъятия и при хранении, а также гарантии того, что образцы не подвергались исследованиям другими методами, а также, с уточнением мощности дозы в местах захоронения останков.