

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МИКРОСТРАТИГРАФИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РФА НА ПУЧКАХ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ОЗЕРНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Дарьин А.В., Калугин И.А., Ракшун Я.В.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск,
Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск

54001f5a1d234

Реконструкция климатов прошлого необходима для понимания будущих изменений, поскольку длина рядов инструментальных метеоданных оказывается недостаточной для выявления длинно периодных климатических вариаций. Длина рядов метеонаблюдений обычно не превышает 100-150 лет, редкие наблюдения охватывают 200-300 летний исторический период. Таким образом, особую актуальность приобретают реконструкции длинных временных рядов климатических параметров по качеству сопоставимые с данными инструментальных метеонаблюдений: временное разрешение 1 год на тысячелетней шкале; калибровка по инструментальным метеоданным; количественная оценка возможных погрешностей (IPCC-2007, IPCC-2013). Общенаучная ценность озер как объектов исследования заключается в том, что их донные отложения являются естественными «архивами» климатических изменений. Литолого-геохимический подход обусловлен тем, что состав озерных отложений определяют:

- 1) терригенный сток, связанный с породами питающей провинции;
- 2) соленость озерной воды, определяющая возможность аутигенного минералообразования;
- 3) органическое вещество, как аллохтонное, так и автохтонное;
- 4) аэрозоли.

Каждая компонента осадка имеет специфический набор микроэлементов. Природные вариации скоростей поступления вышеперечисленных источников вещества приводят к формированию тонкой структуры осадка, несущей информацию о состоянии окружающей среды в момент образования данного слоя осадка. Авторами разработаны методики, позволяющие решать следующие исследовательские задачи:

- получение кернов донных осадков, перекрывающих временной

- интервал последних тысячелетий;
- построение временной шкалы осадконакопления (модель; глубина керна τ - возраст) на основе данных изотопных исследований (^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{14}C) и варвохронологии;
- получение данных о распределении 20-25 микроэлементов по глубине керна с годовым временным разрешением с использованием разработанных методик аналитической микростратиграфии;
- установление корреляции состава, свойств и структуры донных осадков озер с основными климатическими параметрами региона за период инструментальных метеорологических наблюдений (последние 70-120 лет);
- выявление климатического отклика главных компонентов осадка - терригенной, биогенной, золовой и аутигенной составляющих;
- формирование временных рядов, позволяющих построить региональные хронологии палеоклимата за период последних тысячелетий на основе полученных данных;
- сопоставление региональных хронологий с глобальными климатическими изменениями;
- выявление тенденции и периодичности региональных климатических вариаций;
- подготовка количественного прогноза региональных климатических изменений, обусловленных природными причинами, на ближайшие десятилетия.

Методики аналитической микростратиграфии разработаны авторским коллективом в последние 10 лет специально для задач высокоразрешающего исследования донных отложений. В наших исследованиях используется рентгеновский сканер на пучках синхротронного излучения, созданный в ЦКП «Сибирский центр синхротронного излучения» (ИЯФ СО РАН, Новосибирск) на базе ускорителя ВЭПП-3. Действующая установка позволяет проводить сканирование образцов керна с шагом 0.1-1 мм с одновременным определением 25-30 микроэлементов (от Cl до U) с пределами обнаружения от 0.1-1 г/т.

Нами разработана методика изготовления твердых препаратов из влажного керна, включающая три этапа: наложение бокса из алюминиевой фольги на поверхность осадка и извлечение его из керна; замораживание в жидком азоте и сушка в лиофильной камере; насыщение полимером - смесью эпоксидной смолы и ацетона. Полученные препараты пригодны для длительного хранения, изготовления шлифов для изучения в оптическом микроскопе, для

рентгеновских и других современных методов микроанализа. Полученные аналитические данные позволяют строить ряды литолого-геохимических индикаторов на шкале последних тысячелетий с годовым временным разрешением. Калибровка по инструментальным данным Росгидромета позволяет трансформировать полученные сигналы в восстановленные записи фундаментальных климатических параметров: температуру и количество атмосферных выпадений. Климатические временные ряды анализируются методами математической статистики для выявления периодичностей разной длины и оценки роли этих осцилляций в изменении регионального климата. При этом для выявления периодичности нами используются как традиционные методики Фурье и вейвлет анализа, так и менее известные разложения на эмпирические моды с применением преобразования Гильберта-Хуанга.

На основе полученных закономерностей и выявленных периодичностей различного временного масштаба проводится подготовка количественного прогноза региональных климатических изменений, обусловленных природными причинами, на ближайшие десятилетия. Для этого используются: поиск аналогов климатических процессов в прошлом и их экстраполяция в будущее; числовое моделирование квазипериодических процессов и оптимизация гармонической функции; калибровка и синхронизация выявленных природных циклов с данными инструментальных метеонаблюдений. Представленный подход был реализован в последние годы на объектах Центрально-Азиатского региона.

Исследования поддержаны грантами РФФИ №13-05-00621, №13-05-00871.

Литература

1. Дарьин А.В., Калугин И.А. Реконструкция климата горного алтая по данным литолого-геохимических исследований донных осадков озера Телецкое // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. № 6. С. 63-70.
2. Дарьин А.В., Калугин И.А., Ракшун Я.В. Сканирующий рентгеноспектральный микроанализ образцов донных осадков с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2013. Т. 77. № 2. С. 204-206.
3. Дарьин А. В. и др. Природная периодичность системы седиментации озера Телецкое (Горный Алтай) за последние 2000 лет по данным высокоразрешающего сканирующего микроанализа на пучках

синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3 (ИЯФ СО РАН) // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2013. Т. 77. № 9, с. 1359-1362