

**ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ОРГАНИЗМОВ**

Пахтаева М. Г.

Научные руководители профессор Иванов В.П., доцент Рычкова И.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Молекулярная палеонтология представляется самостоятельным научным направлением, изучающим молекулярные остатки органических соединений, по структуре которых можно судить об их биохимическом происхождении [2]. Целью настоящих исследований является выявление диагностических признаков, по которым можно было бы сопоставлять микроструктуры с их атомарно-молекулярной организацией фитолейм.

В качестве объектов исследования были выбраны фитолеймы – фоссилизированные (мумифицированные и обугленные) остатки растений из скважин и обнажений различных групп: водоросли, полиподиопсиды и гинкгопсиды юрского периода; проптеридофиты девонского периода; птеридоспермиды и кордаитовые каменноугольного-пермского периодов; хвощовые каменноугольного-пермского и юрского периодов; плауновидные каменноугольного-пермского периодов. Также были отобраны остатки растений из опада (или гербарий): водорослей, полиподиопсид и гинкгопсид, хвощовых, плауновидных и покрытосеменных. Кроме того, были исследованы не только растения, но и другие организмы: девонские строматолиты и протерозойская невландиевая проблематика.

Для изучения эволюции древнего и современного растительного мира, а также невландиевой проблематики и цианобионтов, были применены подходы молекулярной палеонтологии. Для этого использовался аппаратно-программный комплекс структурно-кластерного анализа углефицированных веществ на основе инфракрасного диффузного отражения взамен широко применяемому методу пропускания, который также направлен на подобные исследования [3]. Проведённые ранее исследования структуры фитолейм хвощей, папоротников, гинкговых, хвойных растений [1] данным методом показали, что использование таких спектров вполне пригодно для изучения образования структуры этих веществ.

Была составлена эталонная коллекция в виде таблицы и графиков (фото образцов и ИК-спектрометрических характеристик их веществ) для расшифровки микроструктуры и атомарно-молекулярной организации веществ образцов.

Сравнительный анализ показал, что существуют отличительные признаки, которые можно использовать в качестве диагностических признаков (в виде маркеров) структурных элементов строения материи на разном уровне её проявления.

По спектральной характеристике видно различие строения органических веществ по показателям структурно-группового анализа в виде функциональных групп химических элементов *C, N, H, O*, и структурно-кластерного анализа в виде функциональных структурных единиц-кларатов. По результатам сравнительного анализа установлено:

- по спектральным показателям функциональных структурных единиц можно проследить эволюцию от низкоорганизованных до высокоорганизованных организмов;
- по данным показателям хорошо различаются эволюция видов, например, строение хвощовых (рис.).



**Рис. Графическое изображение структур хвощей по функциональным структурным единицам на основе структурно-кластерного анализа**

Спектральный анализ структуры растений внутри одного вида показал, что листья, стебли хвощовых сильно различаются, и это можно наблюдать и в споровых папоротниках. Он также позволяет выявлять структурные различия современных водорослей с раковинами пеллеципод и червей с водорослями, очищенными от них.

Это свидетельствует об условиях среды обитания растений и их симбиозе с животным миром. Поэтому данный признак может быть маркером для палеорекострукции седиментогенеза.

Создаваемая коллекция будет пополняться и в дальнейшем её можно использовать в качестве эталонной для расшифровки ископаемых органических веществ, не сохранивших клеточную структуру. Даже на представленном небольшом материале видно, что метод инфракрасного диффузного отражения и созданный на его основе аппаратно-программный комплекс структурно-кластерного анализа углефицированных веществ расширяет возможности молекулярной палеонтологии, что достаточно перспективно в проведении исследований в данном направлении.

#### Литература

1. Иванов В. П., Рычкова И. В. Палеонтологическая и спектрометрическая характеристика фитолем средне-позднеюрских растений юго-востока Западной Сибири //Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2021. – Т. 29. – №. 6. – С. 84-95.
2. Кальвин М. Химическая эволюция: Молекулярная эволюция, ведущая к возникновению живых систем на Земле и на других планетах: Пер. с англ. – Мир, 1971.
3. Diaz M. A. L. et al. Preserved chemistry of Cretaceous gymnosperm leaves in volcanic-ash deposits. Baqueró Group, Patagonia, Argentina //Cretaceous Research. – 2021. – Т. 118. – С. 104646.

### **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОСАДКОВ ЧАУНСКОЙ ГУБЫ (ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ): ДАННЫЕ ПО МЕТОДУ ROCK-EVAL**

Полтавская Н.А.<sup>1</sup>, Гершелис Е.В.<sup>1</sup>, Чаркин А.Н.<sup>2</sup>, Гусева Н.В.<sup>1</sup>, Семилетов И.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН,  
г. Владивосток, Россия*

В последние десятилетия климатические изменения особенно активно проявляются в арктическом регионе, оказывая значительное влияние на функционирование климатической системы [3, 4]. Так, глобальное потепление провоцирует интенсивное разрушение подводной и наземной мерзлоты, в результате чего высвобождаются большие объемы органического вещества (ОВ). Вовлечение ремобилизованного углерода в современные биогеохимические циклы может приводить к увеличению эмиссии метана в атмосферу и асидификации вод арктических морей [3, 4]. Наши исследования сфокусированы на Восточно-Сибирском арктическом шельфе - уникальной природной лаборатории для изучения механизмов переноса и накопления «мерзлотного» органического углерода. С этой точки зрения наиболее изученными являются прибрежные зоны моря Лаптевых, в частности, губа Буор-Хая [1, 2, 4], а также западная часть Восточно-Сибирского моря (ВСМ) [2, 3, 6]. Однако данные по восточной части внутреннего шельфа Восточно-Сибирского моря чрезвычайно ограничены. В нашей работе мы приводим данные по геохимическим особенностям ОВ донных осадков Чаунской губы, полученные с использованием пиролитического анализа Rock-Eval. Уникальность данного района исследования заключается в ограниченном влиянии речного стока, отсутствием субаквальной мерзлоты и крайне малой изученности [7]. Для установления особенностей седиментации в Чаунской губе мы установили гранулометрический состав осадков. Размерная типизация осадочного материала основана на трехкомпонентной классификации «песок-алеврит-глина» Ф. Шепарда. Исследование основано на изучении 57 проб донных осадков, отобранных с трех различных горизонтов (0–2 см, 2–5 см и 5–10 см), во время комплексной морской научно-исследовательской экспедиции 60 рейса НИС «Академик Опарин» в сентябре-октябре 2020 года. Район исследования охватывает акваторию Чаунской губы и частично внутренний шельф Восточно-Сибирского моря.

По данным гранулометрического анализа основная доля осадков поверхностного слоя приходится на алеврит-пелитовую и пелит-алевритовую фракции со средним содержанием 45,96 % и 31,81 % соответственно. Промежуточный смешанный слой содержит в среднем 11,74 % песка, при этом доминирующим в составе остается алеврит-пелитовая (47,96 %), пелит-алевритовая фракции (30,28 %); 10,02 % приходится на глину. Нижележащий слой характеризуется преобладанием алеврит-пелитовой (47,13 %) и пелит-алевритовой фракций (36,54 %), 13,27 % приходится на глину и 3,07 % - на песок. В целом, для Чаунской губы прослеживается увеличение доли глинистого материала по мере удаления от береговой зоны и увеличения глубины. Накопление пелитовых осадков обусловлено гравитационным осаждением глинистых частиц в стабильных подледных условиях, в частности, в центральной части Чаунского залива и на внутреннем шельфе ВСМ [8]. В свою очередь, за накопление крупнозернистого материала в юго-западной и западной частях Чаунской губы, вероятно, отвечают процессы поступления терригенного материала с термоабразией береговой зоны и речным аллювием [8].

По данным пиролитического анализа содержание общего органического углерода (ТОС) в районе исследования варьировалось в пределах от 0,49 до 2,06 %. Наибольшие значения ТОС отмечаются в центральной части Чаунского залива, а также на внутреннем шельфе ВСМ. Данные участки пространственно совпадают с глубоководными участками небольших подводных склонов как в самой Чаунской губе, так и за ее пределами. Значения водородного индекса варьируются от 34 до 232 УВ/г ТОС, значения кислородного индекса находятся в диапазоне от 134 до 571 мг СО<sub>2</sub>/г ТОС. Полученные данные указывают на субокислительные условия образования ОВ. Данный вывод подтверждает диаграмма Ван-Кревелена, где значения НІ и ОІ попадают в переходную область между планктоногенным и гуминовым типами ОВ.