

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.42:546.027+551.7(084.2)

Ю.Ю. Строганова<sup>1</sup>**ЦИКЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ИЗОТОПИЯ УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА  
В НИЖНЕ- И СРЕДНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАЗРЕЗА ИВА-ГОРА  
(р. Сояна, Архангельская область)**

Проведен циклический анализ разреза Ива-гора (р. Сояна, Архангельская обл.), на основании которого выделены три группы разномасштабных циклитов (седиментационные, седиментационно-элювиальные, элювиальные). Каждая группа детально описана и охарактеризована с изотопно-геохимической точки зрения. В результате обобщения данных сделаны выводы об условиях образования изученных отложений и причинах циклитового характера разреза.

*Ключевые слова:* циклит, изотопы углерода и кислорода, уфимский ярус, казанский ярус.

On the base of cyclic analysis for the Iva-gora outcrop (r. Soyana, Arkhangelsk region) separation of three different scale cyclit groups (sediment, sediment-eluvial, eluvial) is provided. Each group is described in details together with geochemical isotopy point of view. Conclusions about formation conditions of studied sediments and reasons for their cyclic nature are given as summarizing results.

*Key words:* cyclite, the isotopes of carbon and oxygen, Ufa stage, Kazan stage.

**Введение.** Цель работы — реконструкция особенностей осадконакопления на рубеже ранней и средней перми на основе детальных литологических и изотопно-геохимических исследований, а также циклического анализа пограничных карбонатно-терригенных уфимских ( $P_1uf_2$ ) и терригенно-карбонатных и карбонатных казанских ( $P_2kz_1$ ) отложений. Предпринята попытка установить связь между изменениями обстановку и условий осадкообразования и величинами  $\delta^{13}C$  и  $\delta^{18}O$ .

Объект изучения — разрез Ива-гора (среднее течение р. Сояны, левого притока р. Кулой), где обнажена значительная часть отложений верхов нижней и нижние горизонты средней перми. Здесь обнаружены многочисленные остатки беспозвоночных известкового состава, а также разнообразные фрагменты насекомых и растений.

Нижнепермские отложения в изученном разрезе представлены в основном песчаниками и алевролитами; глинистые породы по частоте встречаемости занимают второе место, а известняки играют резко подчиненную роль. Среди среднепермских отложений преобладают известняки, песчаники менее распространены, а глины отмечены лишь в тонких пропластках (до 3–5 мм) и микролинзах среди известняков и песчаников.

**Краткая характеристика циклитов.** Детальные литологические исследования показали, что отложения разреза характеризуются разномасштабным (микро-, мелко- и мезо-) циклитовым строением (рис. 1). Под циклитами вслед за В.Т. Фроловым [Фролов, 1995]

автор статьи понимает парагенез слоев, связанных теснее между собой, чем со смежными парагенезами, и отделенный от последних резкими границами. Строение циклитов определяется циклическими процессами седиментации и степенью деструкции исходного осадочного материала, уничтожающей его полностью или частично. Это происходит в стабильных или меняющихся условиях, запечатленных в строении (внутренней структуре) циклитов.

Микроциклиты представляют собой элементарные циклиты седиментационного характера (толщина 5–10 мм), в которых наблюдается миллиметровая слоистость, обусловленная сменой пород: например, песчаники сменяются алевролитами, глинами или известняками. Из этого следует, что микроциклиты — это отложения с миллиметровой слоистостью, состоящие из различных литологических типов пород, неравномерно переслаивающихся между собой. Микроциклиты формируются в результате действия процессов седиментации, что служит главным признаком, определяющим и выражающим их строение и отчасти генезис.

Выделены также мезо- и мелкие циклиты. Мезоциклиты — это пачка разнородных по внутреннему строению мелких циклитов, закономерно связанных между собой в пространстве и времени [Карогодина, 1980], которая отражает смену обстановки или режима осадконакопления [Фролов, 1995], например с терригенного на карбонатный. По сложности внутреннего строения и степени изменения исходного осадочного материала в результате проявления биоэлювирува-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра литологии и морской геологии, аспирантка, e-mail: lubyana\_yuliya@mail.ru

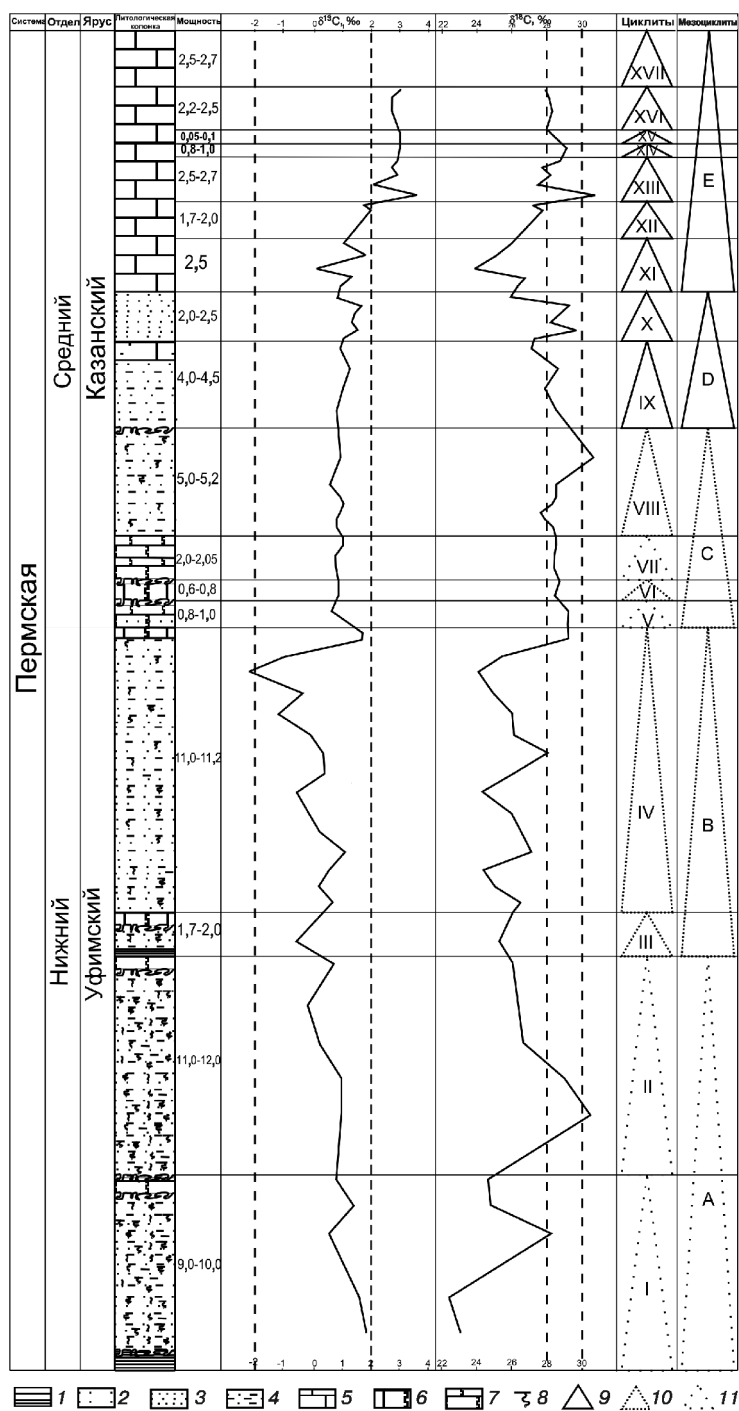


Рис. 1. Разрез ниже- и среднепермских отложений Ива-гора: 1–4 — обломочные породы: 1 — глины, 2 — алевролиты, 3 — песчаники, 4 — алевропелиты; 5–7 — известняки: 5 — слабо- и небиотурбированные, 6 — биотурбированные, 7 — ихнитолиты; 8 — ходы илоедов; 9–11 — циклиты: 9 — седиментационные, 10 — седиментационно-элювиальные, 11 — элювиальные

ния выделены три типа циклитов: *седиментационные*, *седиментационно-элювиальные* и *элювиальные*. К первому типу мезо- и мелких циклитов относятся циклиты, почти не затронутые гипергенными процессами; ко второму — циклиты, частично затронутые гипергенными процессами; к третьему типу — циклиты, в которых полностью биоэлювирован исходный осадочный материал (ихнитолиты) [Фролов, 1995].

### Общая характеристика изученного разреза.

В уфимских отложениях выделено четыре мелких циклита: два элювиальных (рис. 1, I и II), которые представляют собой ихнитолиты, и два седиментационно-элювиальных (рис. 1, III и IV), в которых ненарушенные породы чередуются с гипергенно измененными. Каждый мелкий циклит состоит из парагенеза слоев (микроциклитов) в виде тонкого (через 1–2 или 3–5 мм) или мелкого (через 10–30 мм) переслаивания сначала глины и алевролитов (I и II циклиты), а затем алевролитов и тонкозернистых песчаников с тем или иным количеством карбонатно-глинистого материала (циклиты III и IV). Снизу вверх по разрезу (от циклита к циклиту) происходит незначительное укрупнение размера обломочных частиц кварц-силикатного состава и изменение строения и состава циклитов (они становятся более песчанистыми). Это косвенно указывает на некоторую тектоническую активизацию на территориях, сопредельных с бассейном седиментации, что привело к увеличению поступления объема обломочного материала в морской бассейн, где в это время шло микробальное карбонатнакопление. Венчают каждый циклит микробиальные алеврито-тонкопесчанистые светло-серые известняки мощностью от 0,3 до 0,7 м, являющиеся фоновыми осадками крайне мелководно-морского бассейна.

В отличие от уфимской части разреза, где доминировали элювиальные циклиты, в казанских отложениях преобладают циклиты седиментационного типа. Здесь в основании залегают два горизонта почв, которые перекрыты переслаивающимися известковыми и глинистыми разностями алевролитов, образующими мелкие циклиты элювиального и седиментационно-элювиального типов, объединяемые в седиментационно-элювиальный мезоциклит (рис. 1, C). Затем залегают два седиментационных мезоциклита, характеризующихся различным составом слагающих их пород. Нижний мезоциклит (D) объединяет два мелких циклита алевропелитового и мелко- и тонкопесчаного состава, разделенных прослоем алевролитовых известняков, а верхний мезоциклит (E) имеет многочленное строение и сложен сначала органогенно-обломочными, а затем различными по составу детритовыми известняками с линзами и прослоями криноидных известняков и небольшими мшанковыми органогенными постройками.

Одновременное присутствие в разрезе преимущественно слоистых разностей известняков с остатками бентосной стеногалинной фауны и терригенно-карбонатных пород с остатками растений и фрагментами разнообразных насекомых (нередко хорошей сохранности) свидетельствует, что в раннеказанское время происходила постепенная транс-

грессия и увеличивалась площадь акватории крайне мелководного морского бассейна, а также говорит о наличии в нем мигрирующих островов. Это подтверждается и данными палеофлористики [Игнатъев, Наугольных, 2001].

**Изотопная характеристика разных групп циклитов.** Для каждой группы циклитов определен изотопный состав углерода и кислорода, который варьирует в достаточно широком интервале: от  $-2,2$  до  $3,6\text{‰}$  для  $\delta^{13}\text{C}$  и от  $22,5$  до  $30,5\text{‰}$  для  $\delta^{18}\text{O}$ . Анализ полученных данных показал, что каждая группа характеризуется изотопными особенностями (рис. 2), отражающими условия осадконакопления. Можно полагать, что отложения седиментационных циклитов, в целом характеризующиеся более тяжелым изотопным составом углерода и кислорода, сформировались в прибрежно-морском бассейне при более низкой температуре седиментации и, возможно, при большей солености вод по сравнению с породами седиментационно-элювиальных циклитов. Элювиальные циклиты в изотопном отношении (рис. 2) занимают промежуточное положение. Породы этих циклитов характеризуются небольшой вариацией величины  $\delta^{13}\text{C}$  при широком разбросе значений  $\delta^{18}\text{O}$ , что обусловлено, по-видимому, изменяющимися температурными условиями обстановок осадкообразования. Детальные литологические наблюдения практически полностью исключают возможность изменения изотопного состава в результате вторичных (гипергенных) преобразований изученных отложений.

**Заключение.** Детальные литологические и изотопно-геохимические исследования показали, что образование уфимских и нижеказанских отложений

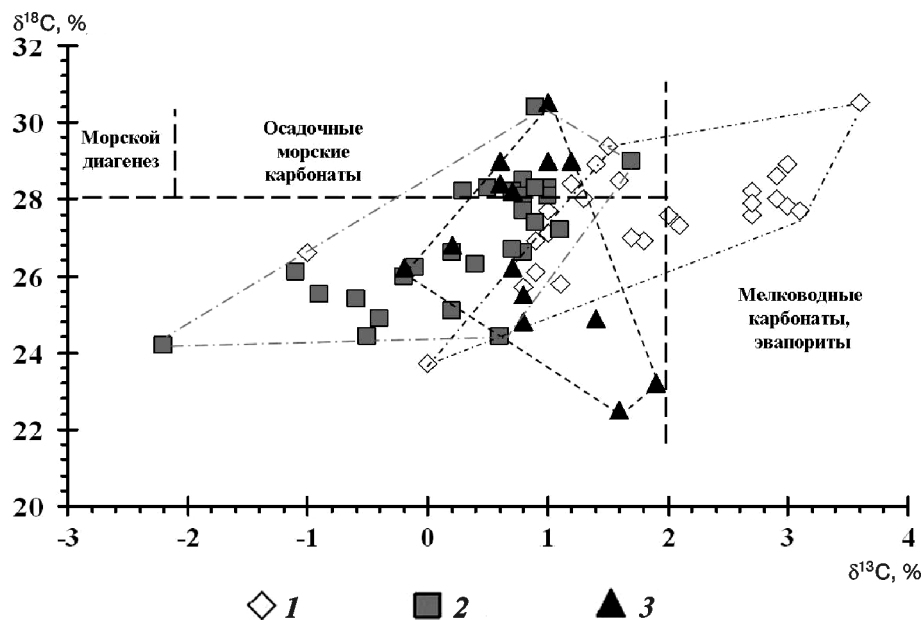


Рис. 2. График распределения величин  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в различных типах циклитов нижне- и среднепермских отложений разреза Ива-гора: 1–3 — циклиты: 1 — седиментационные, 2 — седиментационно-элювиальные, 3 — элювиальные

изученного разреза происходило в разных условиях седиментации на фоне изменявшихся температуры и солености вод морского бассейна, что было обусловлено аридизацией (в ранней перми) и гуминизацией (в средней перми) климата, эпизодическим опреснением палеоводоёма (с привнесом обломочного материала) или внедрением морских арктических вод (с которыми приходили и расселялись различные представители бентосной фауны). Периодически в морском бассейне происходило обмеление и осушение, во время которых исходный осадочный материал разрушался. Также в разрезе отмечаются разномасштабные перерывы с образованием разных по толщине пластов биоэлювия, принимающих участие в строении циклитов и связанных с паузами в накоплении осадка. Все эти причины в комплексе, а также некоторая тектоническая активизация в области суши обусловили циклитовое строение разреза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Игнатъев И.А., Наугольных С.В. Раннеказанская флора реки Сояна и ее положение в ряду одновозрастных флор и растительных зон Ангариды // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9, № 3. С. 58–75.

Карогадин Ю.Н. Седиментационная цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.  
Фролов В.Т. Литология. Кн. 3: Учебное пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 352 с.

Поступила в редакцию  
24.11.2009