

## ВОЗРАСТ ДИСТАЛЬНЫХ ТУФОВ И ТУФФИТОВ В ПОГРАНИЧНОМ ЮРСКО-МЕЛОВОМ ИНТЕРВАЛЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ

И.В. Панченко<sup>1</sup>, М.А. Рогов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ЗАО «Моделирование и мониторинг геологических объектов им. В.А. Двуреченского», Москва, Россия,  
*ivpanchenko89@gmail.com*

<sup>2</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия, *russianjurassic@gmail.com*

**Аннотация.** В статье обсуждаются возраст и стратиграфическое значение тонких прослоев дистальных туфов и туффитов, встречающихся в черносланцевых отложениях Западной Сибири на границе юры и мела.

**Ключевые слова:** ископаемые пепловые туфы, изохронные уровни, черные сланцы, верхняя юра, нижний мел, Западная Сибирь

## AGE OF DISTAL TUFFS AND TUFFITES IN THE JURASSIC-CRETACEOUS BOUNDARY INTERVAL OF THE WESTERN SIBERIA ACCORDING TO BIOSTRATIGRAPHIC DATA

I.V. Panchenko<sup>1</sup>, M.A. Rogov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Joint-Stock Company "Modeling and monitoring of geological objects V.A. Dvurechensky's name", Moscow, Russian Federation, *ivpanchenko89@gmail.com*

<sup>2</sup> Geological Institute RAS, Moscow, Russian Federation, *russianjurassic@gmail.com*

**Abstract.** The article discusses the age and stratigraphic significance of thin interlayers of distal tuffs and tuffites found in black shale deposits of Western Siberia on the Jurassic-Cretaceous boundary.

**Key words:** fossil ash tuffs, horizon marker, black shales, Upper Jurassic, Lower Cretaceous, Western Siberia

В верхнеюрских и нижнемеловых черносланцевых отложениях Западной Сибири (баженовская свита и нижнетулейская подсвита), доступных для изучения только в керне скважин, развиты тонкие (первые мм – первые см) туфогенные прослои, представленные пепловыми туфами и туффитами. Их природа изучается уже несколько лет (Булатов и др., 2017; Шалдыбин и др., 2018; Кондрашова и др., 2021; Панченко и др., 2021) и связывается нами с субглобальным распространением (более 2 тыс. км) вулканической пепловой пыли (0,001–0,1 мм) и ее осаждением и захоронением в эпиконтинентальном морском бассейне в эпизоды благоприятствующих факторов: 1) низких скоростей седиментации, 2) слабой гидродинамической активности и 3) при отсутствии процессов биотурбации. Исходный состав этих пеплов, по-видимому, отвечал андезитам и андезибазальтам, а их современное состояние представляет собой глинистые, окремненные, пиритизированные или карбонатизированные сильноизмененные и часто рыхловатые разности, которые за счет своего специфического состава и часто присущей люминесценции в ультрафиолетовом свете контрастно выделяются среди вмещающих пород (Панченко и др., 2021). Туфогенным прослоям также свойственны отчетливые границы и градиционное распределение компонентов в текстуре, что упрощает их диагностику в керне. На сегодняшний день эти прослои отмечены на огромной площади – более 700 тыс. кв. км и установлены более чем в 150 разрезах по скважинам.

С учетом выявленного площадного распространения, выдержанной стратиграфической позиции и уверенной идентификации в разрезе они играют важнейшую роль при детальном исследовании нефтеносных черносланцевых свит, а также при региональных стратиграфи-

ческих и палеогеографических построениях. За счет практически мгновенного осаждения в морском бассейне (несколько дней) на фоне медленной черносланцевой седиментации, туфы и туффиты наиболее интересны в качестве изохронных реперов. Однако стратиграфия этих прослоев разработана крайне поверхностно (Панченко и др., 2021).

За годы (2012 – 2022 гг.) исследований таких прослоев мы каталогизировали весь доступный нам керновый материал с туфами и туффитами, привлекли имеющиеся опубликованные данные об их находках, выполнили детальную привязку к разрезам и систематизировали каждый из прослоев по составу, строению, мощности, особенностям люминесценции и стратиграфической приуроченности. По морфологии прослои были разделены на туфы (без заметной экзогенной осадочной примеси), туффиты (с существенным содержанием синхронного осадочного вещества) и серии туффитов (совокупность близрасположенных (1 мм-1 см) туффитовых слойков). Стратиграфическая привязка находок туфогенных прослоев получена путем комплексирования данных литологии, геофизического каротажа и геохимии, с учетом палеонтологических данных, в частности биостратиграфии. Для вспомогательного литостратиграфического ориентира туфы и туффиты были привязаны к пачкам и толщам баженовского горизонта (баженовская свита и нижнетутлеймская подсвита), которые устойчиво прослеживаются в центральной части Западной Сибири (Панченко и др., 2021). Таким образом, был выработан комплекс критериев для выявления пирокластических слойков и их идентификации, основанный на мощности, морфологии, составе прослоев и их стратиграфической привязки с опорой на систему известных литологических и палеонтологических маркеров в разрезе (Панченко и др., 2021). Возраст туфогенных прослоев был установлен по аммонитам, найденным во вмещающих осадочных породах.

Установленные и прослеживаемые на значительной площади прослои туфов получили индексацию T0, T1, ..., T4 (где цифра указывает на очередность расположения по разрезу), а туффитов и их серий – TT1, ..., TT4. Позже детальные сопоставления разрезов позволили установить, что некоторые туфы по латерали переходят в туффиты и туффитовые серии, что несколько затрудняет стратиграфическую идентификацию пирокластических прослоев.

Ревизия и систематизация материала показали, что в юрско-меловом баженовско-тутлеймском разрезе присутствует заведомо большее количество туфогенных прослоев, чем было описано ранее (Кондрашова и др., 2021; Панченко и др., 2021). Кроме того, в вышележащей фроловской свите впервые было установлено 2 туфовых прослоя, но только один из них (нижний) был прослежен на значительном расстоянии. Всего было выявлено 12 дробных стратиграфических уровней с наличием дистальной пирокластики. Установленная последовательность системно отмечаемых туфов и туффитов приведена на рис. 1.

Из практических соображений некоторые близкорасположенные и схожие по мощности, строению и составу туфогенные прослои были рассмотрены как единые стратиграфические уровни. Таким образом, общая последовательность известных туфов и туффитов была упрощена до 8 регионально значимых пирокластических уровней, нижние 3 из которых расположены в средневожском интервале, 1 – вблизи границы среднего и верхнего вожского подъяруса, 2 – в рязанском, 1 – в верхах рязанского – вблизи границы с валанжинским ярусом и 1 – в нижнем валанжине (рис. 1). Пирокластические уровни, которые в опорных разрезах тяготеют к нижней толще баженовской свиты (пачка 3 и низы 4а) получили индекс LB (от Lower Bazhenov), уровни из заведомо верхней толщи (пачки 4а – 5b) обозначены индексом UB (от Upper Bazhenov). Единственный туфогенный уровень из фроловской свиты (и ее частичного стратиграфического аналога – верхнетутлеймской подсвиты) получил индекс LF1. Описание пирокластических уровней приведено ниже.

1. Первые три пирокластических прослоя TT1, TT2 и TT3, представленные туффитовыми сериями мощностью от 2 до 24 см, уверенно диагностируемыми по морфологии, люминесценции и мощности, ввиду повсеместно близкой расположенности друг к другу (до 40 см) выделены в единый – нижний субрегиональный пирокластический уровень LB1.

Уровень датируется зонами *Laugeites groenlandicus* – *Epilaugeites vogulicus* средневожского подъяруса.

Для уровня LB1 имеется дополнительный литостратиграфический маркер – он расположен не ниже пачки 3 (высокоуглеродистой кремневой линзовидной). Если из-за диахронности пачек данный пирокластический уровень следует ожидать в нижележащей пачке 2b (по комплексу других стратиграфических маркеров), то, по нашему мнению, он вряд ли там будет диагностирован. В обстановке сравнительно быстрого накопления пачки 2b (высококремневой горизонтально-слоистой) вулканогенный материал не может сохраниться в концентрированном варианте самостоятельных прослоев, и будет «закамуфлирован» во вмещающих отложениях.

Общая шкала Ярус. регион. Подъярус	Аммонитовые зоны Западной Сибири	Туфогенные прослои	Субрегиональные пирокластические уровни	Морфология прослоев	Литостратиграфическая привязка																							
					Свита	Толща	Пачка	Мощность отложений, м	Литологические маркеры	Палеонтологические маркеры																		
Нижний мел	Валанжинский	FrT1	LF1	преобладают туфы	фроловская свита / верхне-тутлейская подсвита	6	2 - 12	Бескарбонатные глинистые породы с отчетливой слоистостью, подчеркнутой пиритом. Иногда - карбонатные и баритовые нодулы	Практически полное отсутствие радиолярий и кокколитофорид. Многочисленный ихтиодетрит																			
										Рязанский	T4	UB4	верхняя	баженовская свита / нижнетутлейская подсвита	5b	(0-) 3 - 5	Тонкопламинарные, ритмично-тонко-слоистые силцисты, глины и известняки (с поочередным преобладанием). Высокие содержания пирита и ОВ. Карбонатные нодулы, эрозивные слои	Кокколитофориды и кальцисферы										
	нижний	T3	UB3	4b	1,5 - 5	Развитие малокарбонатных и малоглинистых силцистов	Многочисленные и наиболее крупные раковины <i>Inoceramus</i>																					
	Верхний							T3a	UB3	4a									1 - 4	Наиболее однородный интервал разреза, наивысшее содержание ОВ	Ассоциация редких <i>Buchia</i> , <i>Inoceramus</i> , частые находки аммонитов							
																						Средний	T2	UB2	3	1 - 4	Линзовидные радиоляриты и линзовидный пирит	Максимальная численность радиолярий
	Средний	T0b	LB3	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса																					
								Нижний	T0a	LB1	1	1 - 7	Глаукониты (иногда)	Биотурбации														
	Средний	TT4	LB2	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса																					
								Нижний	TT3	LB2	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса														
Нижний	TT2	LB2	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса																						
							Нижний	TT1	LB2	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса															
Нижний	слои с <i>Pectinatites s.l.</i>	LB2	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса																						
							Нижний	слои с <i>Pectinatites s.l.</i>	LB2	2a	2 - 7	Линзовидные образования радиоляритов и бурых фосфоритов	Отсутствие бентоса															

Рис. 1. Последовательность регионально значимых туфогенных прослоев в пограничном юрско-меловом интервале Западной Сибири и их лито- и биостратиграфическая привязка

2. Обособленная совокупность от 3 до 5 туффитовых прослоев, мощностью от 0,5 до 5 см, имеющих характерное линзовидное строение и объединенных в туффитовый интервал TT4, выделяется в отдельный пирокластический уровень LB2, предполагаемый возраст которого – зона *Praechetaites exoticus* средневожского подъяруса.

3. Туфовые и реже туффитовые прослои T0a и T0b крайне маломощны (до 1 мм), отчего в керне распознаются с трудом, часто выявляется только один из них. Однако эти тончайшие прослои удалось диагностировать и проследить на обширной площади, и при совместном обнаружении они повсеместно расположены близко друг к другу (менее 76 см), при этом поразному удалены от нижележащих прослоев TT4 (от 23 см до 2,8 м) и вышележащего T1 (от 10 до 88 см). Они маркируют отдельный конденсированный стратиграфический интервал перехода между пачками 3 и 4a, в котором нередко диагностируются перерывы. Поэтому с

практической точки зрения совокупность T0a и T0b стоит выделить в отдельный субрегиональный пирокластический уровень UB3, расположенный в пределах зоны *Praechetaites exoticus*.

4. Самый изученный, часто встречаемый и наиболее уверенно диагностируемый туфогенный прослой T1, представленный чаще всего туфами вторично глинистого состава с мощностью от 6 до 10 мм, изредка – туффитами, выделен в самостоятельный субрегиональный пирокластический уровень UB1, расположенный вблизи границы средневожского и верхневожского подъярусов.

5. Второй по частоте встречаемости туфовый уровень T2, мощностью в среднем около 2 мм, уверенно диагностируется в керне и вполне надежно идентифицируется как за счет значительной удаленности от ниже- и вышерасположенных туфов (T1 и T3a соответственно), так и за счет своей строгой приуроченности к высокоуглеродистой иноцерамовой пачке 4b. Изредка представлен туффитом мощностью до 2 см. Прослой T2 отнесен к субрегиональному пирокластическому уровню UB2. Он датирован нижней зоной рязанского яруса *Praetollia maunsi*.

6. Обособленный и равноудаленный от ниже- и вышележащих туфов прослой T3a, мощностью от 1 до 3 мм, отнесен к самостоятельному уровню UB3 с тем же обоснованием, что и прослой UB2: уверенная распознаваемость, разобщенность от соседних похожих прослоев и уникальная литостратиграфическая приуроченность (пачка 5a, кокколитофоридовая кремнистая с бухиями). Пирокластический уровень UB3 отнесен к зоне *Nectoroceras kochi* рязанского яруса.

7. Прослой туфов T3 и T4, мощностью от 1 до 3 мм каждый, диагностируются часто, в совместном нахождении всегда близко расположены друг к другу (21 – 48 см) и распространены на обширной территории. Однако ввиду своей малой мощности статистически чаще в керне обнаруживается только один из двух прослоев (по аналогии с T0a и T0b). Поэтому для практических задач оба этих прослоя корректнее рассматривать как единый субрегиональный пирокластический уровень UB4. Приуроченность к верхним слоям пачки 5a (в слоях с редкими *Buchia*) вблизи с границей пачки 5b дает дополнительный литостратиграфический контроль для идентификации этого уровня. Возраст UB4 определяется как позднерязанский.

8. В подошвенных слоях фроловской свиты по пока ограниченному, но уже систематически отмечаемым находкам пиритизированного прослоя туфа FrT1, мощностью до 2 мм, мы выделили пирокластический уровень с индексом LF1. По имеющейся литостратиграфической привязке можно уверенно судить о его ранневаланжинском возрасте (аммонитовая зона *Neotollia klimovskensis*).

Таким образом, несмотря на крайне малую мощность дистальных пепловых туфов и туффитов, благодаря выработанной системе признаков была разработана их детальная стратиграфия. Установленные субрегиональные пирокластические уровни существенно расширяют возможности расчленения сложноустроенных нефтеносных черносланцевых разрезов и их сопоставление на огромной территории (более 700 кв. км), позволяют проследить диахронность пачек и седиментационных событий. Дальнейшая систематизация туфов и туффитов, с расширением географии их находок, возможно, позволит сопоставить черносланцевые отложения других свит баженовского горизонта (яновстанская, даниловская и др.). При выполнении высокоточного изотопного датирования (например, методом ID TIMS) установленных пирокластических уровней можно рассчитывать на выработку стратиграфического каркаса из изохронных уровней, который в дальнейшем послужит основой для детализации палеогеографических реконструкций и анализа диахронности биостратиграфических подразделений Западной Сибири.

## Литература

Булатов Т.Д., Оксенойд Е.Е., Семечкова Л.В. и др. Туфогенные прослои в отложениях баженовской свиты в центральной части Западной Сибири // XXI научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО – Югры». Ханты-Мансийск : Наука-Сервис, 2017. С. 189–198.

Кондрашова Е.С. Вулканогенные прослои в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна // Известия Томского политехнического университета. 2021. Т. 332, № 3. С. 62–73.

Панченко И.В., Соболев И.Д., Рогов М.А., Латышев А.В. Вулканические туфы и туффиты в пограничных отложениях юры и мела (волжский-рязанский ярусы) Западной Сибири // Литология и полезные ископаемые. 2021. № 2. С. 144–183.

Шалдыбин М.В., Крупская В.В., Глотов А.В. и др. Петрография и минералогия глин аномально люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского осадочного бассейна // Нефтяное хозяйство. 2018. № 2. С. 36–40.