

# ТЕФРОСТРАТИГРАФИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮРЫ И МЕЛА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

И. В. Панченко<sup>1\*</sup>, М. А. Рогов<sup>2\*\*</sup>, И. Д. Соболев<sup>3</sup>, А. В. Латышев<sup>4,5</sup>,  
и В. А. Захаров<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Геологический институт РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия

<sup>4</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>5</sup>Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

Получено 30 июня 2022 г.; принято 15 октября 2022 г.; опубликовано 31 декабря 2022 г.

Обсуждается возраст тонких прослоев измененных туфов и туффитов в верхнеюрских – нижнемеловых черносланцевых отложениях Западной Сибири (баженовская, тутлеймская и фроловская свиты). Природа этих прослоев связывается с субглобальным (перенос более 1–2 тыс. км) распространением вулканического пепла (0,001–0,1 мм) и его осаждением и захоронением в обширном эпиконтинентальном морском бассейне в эпизоды низких скоростей седиментации, слабой гидродинамической активности и при отсутствии биотурбации. Несмотря на крайне малую мощность этих туфогенных прослоев (< 1 мм – первые см), они систематически отмечаются в керне на определенных стратиграфических уровнях. Некоторые из таких прослоев прослеживаются на огромной территории (более 700 000 кв. км), что позволяет их использовать в качестве изохронных стратиграфических реперов. В статье обобщены данные по 136 скважинам Западной Сибири, в керне которых в интервале верхней юры – нижнего мела обнаружены туфогенные прослои. Приводится каталог находок всех встреченных туфов и туффитов с их характеристикой. Описанные последовательности туфогенных реперов объединены в 8 субрегиональных пирокластических уровней, прослеживаемых в центральной части Западной Сибири в средневожском (4 пирокластических уровня), рязанском (3 уровня) и нижневаланжинском (1 уровень) интервалах. Изображены характерные виды аммонитов, использованных при анализе возраста. Предлагается актуализированная характеристика зон рязанского яруса Западной Сибири, с описанием принципов их выделения. В микроэлементном составе туфогенного вещества выявлено обогащение редкоземельными элементами в направлении от более древних прослоев – к молодым, а по соотношениям Gd/Yb, Ho/Yb, Yb/Lu, Zr/Hf, Nd/Sm идентифицируется стратиграфическая принадлежность туфогенного прослоя к субрегиональному пирокластическому уровню. Полученные результаты могут использоваться в качестве тефро- и хроностратиграфического каркаса для пограничного юрско-мелового интервала.

**Ключевые слова:** измененные вулканические туфы, маркирующие горизонты, изохронные уровни, корреляция разрезов, аммониты, элементы-примеси, черные сланцы, баженовская свита.

**Цитирование:** Панченко, И. В., М. А. Рогов, И. Д. Соболев, А. В. Латышев, и В. А. Захаров (2022), Тефростратиграфия пограничных отложений юры и мела Западной Сибири, *Russ. J. Earth. Sci.*, т. 22, ES6014, 10.2205/2022ES000817.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Пирокластический материал тонкой (до 0,1 мм) размерности имеет большой потенциал к дальнему (несколько тыс. км) атмосферному переносу, если оказывается подхваченным струйными воздушными потоками высокой скорости, что обычно достигается при выбросе вулканических пеплов на высоту более 8–10 км [Лисицын,

2011; Малик, 2019; Stevenson и др., 2015]. Огромные площади распространения пепловых облаков выше тропосферы приводят к субглобальному распространению вулканической пыли во время и после интенсивного эксплозивного извержения. Осаждая в осадочных бассейнах, пирокластический материал чаще всего «теряется» в объемах поступающего осадочного вещества [Маслов, 2005; Юдович и Кетпис, 1988, 2011, 2015; Major, 2022; Scudder и др., 2016]. В осадках акваторий самостоятельные туфовые прослои могут

\*Контакт: ivpanchenko89@gmail.com

\*\*Контакт: russianjurassic@gmail.com

формироваться только при обильных пеплопадах, чаще – на незначительном удалении от эруптивного центра [Малик, 2019; Моисеенко и Малик, 2015; Филей, 2021; Major, 2022], однако возможны и другие сценарии. В морских и озерных обстановках с крайне малым приносом осадочного материала даже небольшие массы пирокластики могут захорониться в виде обособленных прослоев [Kuehn и Negrini, 2010; Kutterolf и др., 2021; Wang и др., 2022]. В периоды наиболее низких скоростей морской седиментации, связанных с отдалением источников терригенного сноса на фоне подъема уровня моря, создаются особо благоприятные условия аккумуляирования и сохранения любого поступающего извне эолового вещества, в том числе дистальной вулканической пыли. При этом могут формироваться туфовые и туффитовые прослои совсем небольшой мощности – даже менее 1 мм. Дополнительным фактором, благоприятным для сохранения таких пепловых прослоев, является отсутствие биотурбации [Kutterolf и др., 2021; Major, 2022].

При сочетании в геологическом прошлом всех благоприятных условий (тонкая размерность тefры, ее дальний ветровой разнос, низкий темп седиментации и отсутствие биотурбаций, спокойная гидродинамическая обстановка в зоне выпадения пеплов) ископаемые пирокластические прослои могут быть прослежены на огромном расстоянии – в десятки, сотни и даже тысячи км [Lucas, 2011; Фролов, 1993; Carey, 1997; Kutterolf и др., 2021; Major, 2022; Mullineaux, 1986; Scudder и др., 2016; Stevenson и др., 2015]. Отсюда вытекает их важная роль для стратиграфии, где такие прослои используются в качестве изохронных маркеров.

Перечисленные выше благоприятные факторы наиболее часто реализуются в черных сланцах – тонкодисперсных осадочных породах, насыщенных автохтонным органическим веществом (ОВ) [Страхов, 1960; Юдович и Кетрис, 1988]. Туфовый материал и его самостоятельные прослои известны во многих крупнейших черносланцевых толщах: кумской [Яковлева и др., 2020] и пшехской [van der Boon и др., 2019] свитах Предкавказья, доманикоидной толще Русской плиты [Максимова, 1970; Шакиров и др., 2022], Лемвинской зоне Урала [Юдович и др., 1986], формации Eagle Ford [Ramiro-Ramirez, 2016] и сланцах Чаттануга [Rich, 1951] Северной Америки и многих других. Яркими примерами черных сланцев служат также углеродисто-глинисто-силицитовая баженовская свита ( $J_3v - K_1v_1$ ) Западной Сибири и ее фациальные аналоги (например, углеродистые пачки тутлеймской ( $J_3v - K_1v$ ) и фроловской ( $K_1v - h$ )

свит). Во многих предшествующих работах было показано наличие туфов и туффитов в баженовской и тутлеймской свитах [Булатов и др., 2021, 2017; Бумагина и др., 2018; Ван, 1973, 1974; Ван и др., 2011; Кондрашова, 2020, 2021; Панченко и др., 2015a, 2013, 2015b, 2016, 2020, 2021; Шалдыбин и др., 2018; Shaldybin и Kondrashova, 2019; Shaldybin и др., 2019]. В своих работах [Панченко и др., 2015b, 2020, 2021] мы акцентировали внимание на высокой информативности геологических выводов, строящихся на материалах изучения дистальной пирокластики в баженовской свите. Прежде всего, туфовые уровни интересны в качестве изохронных маркирующих горизонтов, на которые можно опираться при корреляции разрезов. Однако за счет маломощности (первые мм – первые см) их диагностика в кернах может быть затруднительна и чаще всего требует детальных литологических наблюдений. Наиболее «удобный» признак для выявления обсуждаемых туфовых прослоев – их яркая люминесценция в ультрафиолетовом свете (УФ) [Панченко и др., 2015b; Шалдыбин и др., 2018] – проявлен не всегда. При этом, учитывая сложность в расчленении монотонно устроенных, но латерально неоднородных черносланцевых толщ, таких как баженовская свита, любые литологические реперы, а тем более маркирующие горизонты, будут нести важнейшую практическую пользу. Изучение изохронных уровней существенно расширяет возможности стратиграфических методов в любом разрезе, особенно при недостатке биостратиграфических данных, который неминуемо возникает при изучении кернавого материала. Также стоит отметить, что туфогенные прослои в баженовской и тутлеймской свитах отмечаются в пограничном юрско-меловом интервале и развиты на обширной площади, более 700 тыс. кв. км. Таким образом, обсуждаемые туфы и туффиты могут сыграть роль надежного стратиграфического каркаса при детальном изучении нефтеносных черносланцевых баженовской и тутлеймской свит, а также при региональных стратиграфических и палеогеографических построениях. В этих условиях мы посчитали необходимым собрать и каталогизировать весь доступный нам материал по находкам туфов и туффитов в интервале верхней юры – нижнего мела Западной Сибири.

Настоящая работа стала продолжением наших исследований туфогенного материала в черносланцевой баженовской свите ( $J_3v - K_1v_1$ ) и ее близких фациальных аналогах (отдельные интервалы тутлеймской ( $J_3v - K_1v$ ) и фроловской свит ( $K_1v - h$ )). Данные отложения не выходят на дневную поверхность и не доступны в обнажениях, по-



этому изучаются только в керне скважин. По результатам многолетней работы (2012–2022 гг.) мы систематизировали находки вулканогенных прослоев по доступному нам керновому материалу. В итоге подготовлены: каталог с перечнем разрезов по скважинам, в которых обнаружены пирокластические прослои (табл. 1); сопроводительная карта местоположения изученных скважин (рис. 1); примеры фотографий туфов и туффитов (рис. 2–7) для упрощения их диагностики в керне скважин; схемы корреляции разрезов с наиболее полными последовательностями пирокластических прослоев (рис. 8–11), наглядно демонстрирующие их стратиграфическую приуроченность.

В статье обсуждаются полученные результаты с акцентом на их применимость в стратиграфии, а также некоторые методические приемы работы с ископаемыми тонкими пирокластическими прослоями.

## 2 МАТЕРИАЛ

В ходе изучения юрско-меловых туфов и туффитов Западной Сибири и их систематизации использованы результаты описания керна 124 скважин (выполнены И. В. Панченко с коллегами из МГУ им. М. В. Ломоносова (Т. А. Шарданова, Н. И. Коробова, Е. Ю. Барабошкин), ГИН РАН (Е. В. Щепетова), ЗАО «МиМГО» и ФГБУ «ВНИГНИ» (В. Д. Немова, М. Е. Смирнова, М. В. Ильина, И. М. Гусев, П. Ю. Куликов, А. И. Токмакова, Э. И. Валиева)), определения аммонитов (М. А. Рогов, Е. Ю. Барабошкин), двустворок (В. А. Захаров), радиоларий (В. С. Вишневская), фотографии керна 105 скважин в высоком разрешении, произведенных в дневном и УФ свете, результаты изучения 128 образцов керна с пирокластическими прослоями, из которых И. Д. Соболевым и И. В. Панченко выполнено описание 64 петрографических шлифов, произведены рентгенофлуоресцентный (XRF, 81 обр. в ИГЕМ РАН, НАЦ РН им. В. И. Шпильмана) и рентгенодифракционный (XRD, 10 обр. в ГИН РАН, ВНИГНИ, НАЦ РН им. В. И. Шпильмана) анализы, растровая электронная микроскопия с микрозондовой приставкой (РЭМ, 10 обр. в ВНИГНИ, Институте географии РАН), ИСП-МС (ICP-MS, 74 обр. в ИПТМ РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова). Некоторые результаты исследований опубликованы в работах [Булатов и др., 2017; Панченко и др., 2021], а конкретные прослои и образцы, изученные ранее и заимствованные из предшествующих работ, указаны в прилагаемом каталоге (табл. 1).

Туфы и туффиты встречены в керне 136 скважин, в которых выполнена запись геофизическо-

го каротажа (ГИС): гамма-метод, нейтронный, боковой, плотностной, акустический, индукционный и другие методы.

Территория, на которой установлены туфогенные прослои составляет 830 (север-юг) × 900 (запад-восток) км, что соответствует площади в 740 тыс. кв. км. Изученные скважины распределены по территории относительно равномерно (рис. 1).

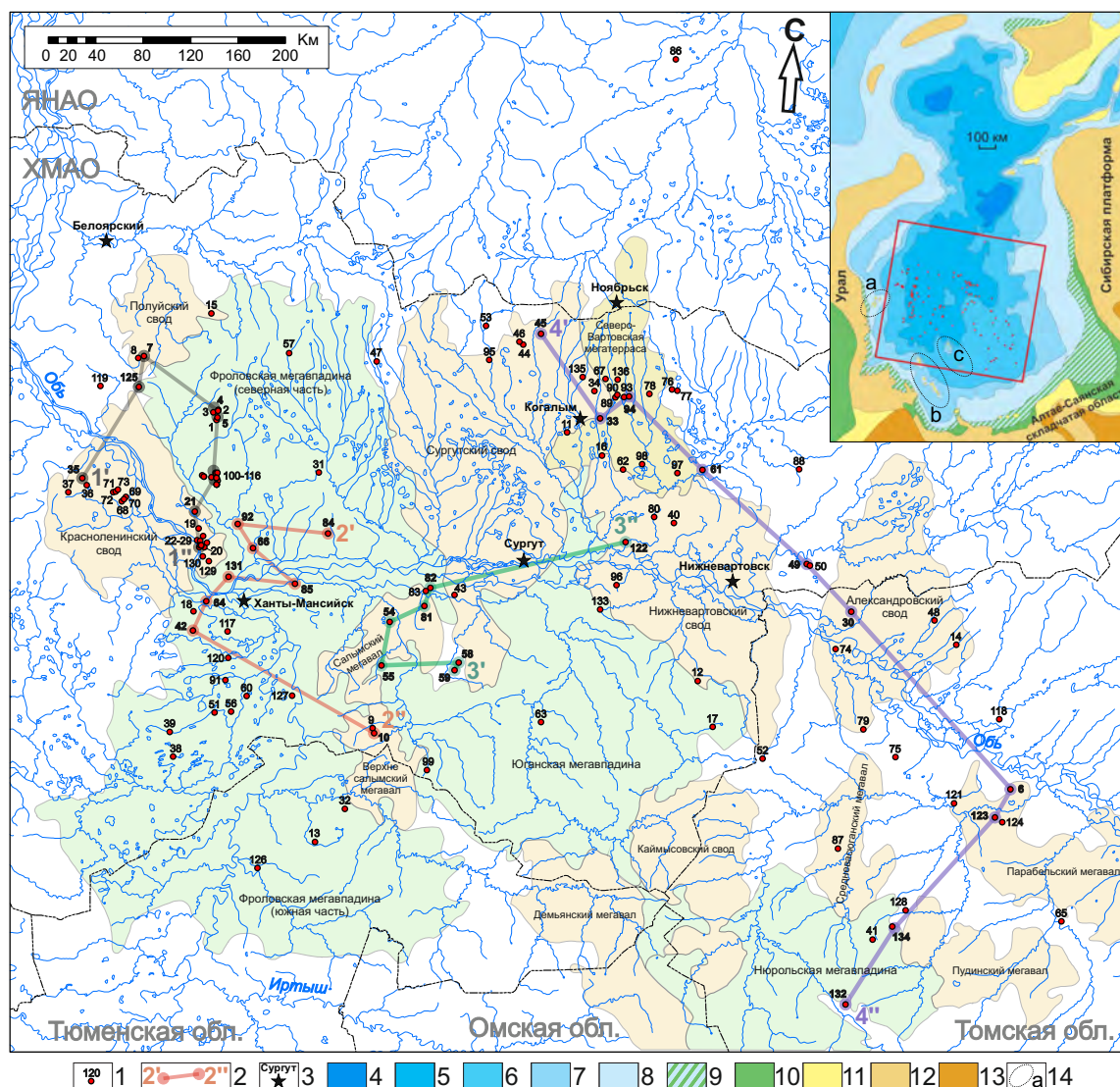
Скважинные материалы (ГИС, керн, образцы, фотографии керна) предоставлены недропользователями, МГУ им. М. В. Ломоносова, ФГБУ «ВНИГНИ» и НАЦ РН им. В. И. Шпильмана в рамках совместного выполнения государственных контрактов [Волков и др., 2014; Нестеров и др., 2007; Скворцов и др., 2016]. Картографическая основа и местоположение скважин взяты с информационных ресурсов ВСЕГЕИ [Информационные ресурсы ВСЕГЕИ, 2022] и НАЦ РН им. В. И. Шпильмана [Геопортал «ЮГРА», 2022] соответственно.

## 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

### 3.1 Предыстория вопроса

Изначально прослои вулканогенного происхождения были обнаружены в ходе детального описания керна скважин в интервале баженовской свиты в 2012 году (Т. А. Шарданова, И. В. Панченко, МГУ им. М. В. Ломоносова). Керн отличался полнотой выноса и очень хорошим качеством сохранности и подготовки к работе: был аккуратно продольно распилен и отмыт от грязи и бурового раствора. Углубленный анализ вещества, структурно-текстурных особенностей и границ обнаруженных прослоев с контрастными свойствами указывал на их вероятную пирокластическую природу. Такие прослои привлекли пристальное внимание при последующем изучении керна, и, таким образом, материалы по баженовской пирокластике стали накапливаться и систематизироваться.

На первых этапах систематизации материала был сформирован набор критериев, позволяющих обнаружить вулканогенные прослои: 1) Такие прослои имеют резкие границы и градиционное распределение структуры слагающего их материала. Четче всего в керне выражены подошвы слоев, подчеркнутые скоплениями более крупнозернистого материала у нижней границы; 2) Наиболее наглядными признаками служат их более светлая (светло-бурая) окраска и часто присущая яркая (желтая, оранжевая и переходных тонов) люминесценция в УФ, однако эти черты не всегда должным образом проявле-



**Рис. 1:** Расположение скважин, в кернах которых установлены туфогенные прослои, и контур изученной территории на палеогеографической схеме (вверху справа) для волжского яруса (по [Конторович и др., 2013], с изменениями). Подписи структур по [Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1:1 000 000, 1998].

1 – скважины и их номер согласно (табл. 1); 2 – линии сопоставления разрезов (1'–1'', 2'–2'', 3'–3'', 4'–4'') согласно рис. 8–11; 3 – города и их названия; 4–13 – области на палеогеографической карте согласно [Конторович и др., 2013]: 4–8 – морское осадконакопление: 4 – море глубокое, более 400 м; 5 – море глубокое, 200–400 м; 6 – море мелкое, 100–200 м; 7 – море мелкое, глубиной 25–100 м; 8 – море мелкое, глубиной менее 25 м; 9–11 – области переходного и континентального осадконакопления: 9 – равнина прибрежная, временами заливаемая морем; 10 – равнина низменная, аккумулятивная; 11 – равнина денудационно-аккумулятивная; 12–13 – области размыва: 12 – равнина возвышенная (денудационная суша); 13 – горы низкие; 14 – ближайшие к изученным разрезам источники потенциально возможного терригенного сноса и подписи к ним: а – Шаимский, б – Старосолдатский, с – Демьянский мегавалы (названия структур согласно [Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1:1 000 000, 1998]).

ны; 3) Еще один важный признак заключается в нехарактерном для баженовской свиты составе этих прослоев, большая часть из которых сложена рыхлым глинистым веществом с выделяющимися на его фоне зернами алевритовой раз-

мерности. Некоторая часть вулканогенных прослоев интенсивно подвержена наложенным процессам окремнения, пиритизации и карбонатизации. Проявления этих вторичных процессов свойственны и для баженовских пород, но подобные

изменения туфогенных прослоев всегда контрастно выделяют их, подчеркивая аномальность состава по отношению к вмещающим отложениям; 4) В качестве вспомогательного признака стоит отметить встречаемость этих прослоев преимущественно в наиболее однородных и насыщенных ОВ вмещающих породах, с текстурами, указывающими на спокойный пелагический режим седиментации, в том числе, в самых конденсированных интервалах разреза.

По этим критериям за несколько лет детальной комплексной работы с баженовскими отложениями и их стратиграфическими аналогами в керне скважин было диагностировано большое число туфогенных прослоев, несколько отличающихся по мощности, морфологии и составу. Некоторые пирокластические прослои были с высокой долей уверенности выявлены по фотографиям керна. Фотографии для такой работы пригодны только те, что выполнены в хорошем разрешении в дневном и УФ свете, на отмытом от грязи и, крайне желательно, продольно распиленном керне (рис. 2–7).

Накопленный материал показал изменчивость некоторых признаков. В темных черносланцевых породах достаточно явно заметны бурые прослои мощностью около 1 см, но при ближайшем рассмотрении в других, прежде всего смежных интервалах разреза, опознаются аналогичные, но более тонкие одиночные слойки и серии подобных слойков (1–2 мм и даже еще меньше). Таким образом, было установлено, что в пограничном интервале юры и мела Западной Сибири присутствует несколько туфогенных уровней.

### 3.2 Методы изучения и характерные признаки туфогенных прослоев

Изученные туфогенные прослои различаются по мощности, морфологии, составу преобладающей массы и вторичных минералов, а также особенностям люминесценции.

По мощности и морфологии туфогенные прослои бывают двух типов: 1) единичные ровные тонкие, мощностью 1–20 мм, обособленные от вмещающей породы четкими границами; 2) 0,5–40 см серии тонких и разных по мощности (первые мм – до нескольких см) слойков, градиционно переходящих друг в друга через интервалы с преобладанием вмещающих пород. Комплексный анализ результатов петрографии, химического (XRF, ICP-MS) и минерального (XRD, РЭМ) составов позволил установить, что различия в морфологии объясняются соотношением вулканогенного и осадочного вещества. Прослои первого типа содержат минимальную оса-

дочную примесь, либо не содержат ее вовсе, второго – в заметном количестве содержат фоновые отложения. Таким образом, морфология строения позволяет уже на макроуровне разделять туфы (первые) и туффиты (вторые).

По преобладающему составу слагающей массы пирокластические прослои могут быть (в порядке убывания частоты встречаемости): 1) глинистыми, рыхлыми, бурого цвета; 2) кремневыми (окремнелыми), тех же оттенков бурого цвета, но крепкими; 3) сульфидными (пиритизированными), зеленовато-бурого или соломенно-желтого цвета в зависимости от степени пиритизации; 4) карбонатными (кальцитизированными и/или доломитизированными), в этом случае они будут светло-бурыми, коричневатобелесыми, крепкими. Стоит отметить, что здесь мы имеем дело уже с влиянием вторичных процессов, значительно преобразивших состав исходной тефры [Панченко и др., 2021]. Таким образом, вариации состава прослоев (глинистый, кремневый, сульфидный, карбонатный) объясняются наложением различных процессов диа- и катагенеза.

Результирующий состав прослоев контролируют два фактора: мощность вулканогенных слойков и состав вмещающих осадочных пород. Чем тоньше пирокластический слойок, тем больше влияния оказывает вмещающая порода. Самые маломощные (менее 1 мм) прослои в большей степени подвержены влиянию вмещающей породы, а относительно мощные (2–8 мм) обособленные слойки будут сохранять глинистый состав, связанный с первоочередными процессами монтмориллонитизации вулканокластики. Прослои мощностью 1–2 мм, залегающие в силицитах баженовской свиты с повышенным содержанием пирита (более 5%), чаще всего подвержены пиритизации. В силицитах с наибольшим содержанием  $\text{SiO}_2$  и радиоляритах встречаются обычно окремнелые разности туфогенных слойков.

Спектры распределения микроэлементов, в частности, редкоземельных (РЗЭ) и высокозарядных, более устойчивы при вторичных изменениях, чем спектры петрогенных элементов, и поэтому несут больше данных о составе исходного магматического вещества [Маслов, 2005]. Основные выводы по особенностям микроэлементного состава некоторых туфов и туффитов приведены нами в [Панченко и др., 2021], и в настоящей работе используются апробированные подходы в изучении геохимии туфов при сравнении состава разновозрастных туфогенных интервалов.

Люминесценция вулканогенных прослоев в УФ делает их заметными даже при их крайне малой мощности (до 1 мм) [Кондрашова, 2021; Пан-



ченко и др., 2021]. Особенности ее цвета и интенсивности не имеют прямой устойчивой связи с преобладающим составом. Глинистые, кремне- и карбонатизированные разности могут люминесцировать в ярко-желтых, желто-оранжевых и насыщенно-оранжевых тонах, иногда с зеленоватым оттенком. Некоторые из прослоев и вообще не проявляют свечения в УФ. Известно, что пирит в УФ не люминесцирует [Горобец и Рогожин, 2001], но при этом даже практически нацело замещенные пиритом тонкие прослои часто дают люминесценцию, но пятнистого характера. По нашему мнению, люминесценция вызвана одним или несколькими микрокомпонентами (например, присутствующим здесь баритом) и слабо контролируется преобладающим породообразующим веществом. Именно сложное взаимодействие микровключений определяет особенность люминесценции [Горобец и Рогожин, 2001], поэтому в случае туфогенных прослоев ее природа может быть связана с комплексом люминогенов.

В УФ также удается более детально установить морфологию и строение прослоев с пирокластикой, а также выявить наложенные вторичные изменения. Например, обильной пиритизации соответствуют черные участки в УФ, а преобладание карбонатного вещества выражено отличными по тону и, как правило, более тусклыми люминесцентными окрасками. Туффиты, особенно в случае высокого содержания ксеногенного осадочного вещества, отличаются менее интенсивным свечением в УФ, нежели туфовые прослои без примеси фоновых отложений.

Необходимо проявлять осторожность при сравнении люминесценции пород, определенных в разных лабораториях, так как часто наблюдаются неидентичные (по длине волны и его интенсивности) источники УФ света, условия затемнения от внешнего освещения, кроме того, используются различные параметры фотографирования (если работа ведется с фотоснимками керна). В своей работе при анализе люминесценции мы в большей степени обращали внимание на *интенсивность свечения в УФ*, а не на цветотон и его оттенок. Последние в большей мере зависят от технических условий производимых наблюдений: от оборудования лаборатории и общего качества фотоснимков, как это показала практика сравнения множества различных фотографий, выполненных при УФ освещении, с реальной люминесценцией тех же самых пород в одном и том же УФ источнике.

Несмотря на удобство такого диагностического признака, как люминесценция, для диагностики туфовых прослоев его недостаточно, с учетом вышеперечисленных ограничений. Поэтому наи-

более достоверным методом для поиска и диагностики ископаемых пирокластических прослоев остается комплексирование подходов, в идеале основанное на детальном описании керна.

Завершая обзор многообразия свойств изученных пирокластических прослоев, следует отметить, что все туфогенные слойки, вне зависимости от стратиграфического положения, мощности, состава и морфологического выражения: 1) обладают схожими текстурно-структурными характеристиками, имеют резкие ровные горизонтальные границы и отличаются выдержанностью слойков; 2) имеют градиционное строение; 3) преимущественно бурого окраса; 4) в большинстве случаев люминесцируют.

### 3.3 Используемая терминология

С учетом вариативности свойств вулканогенных прослоев, необходимо уточнение их классификации и номенклатуры. Мы основывались на наблюдениях в кернах и шлифах с учетом данных химического и минерального состава. Принимаемая в работе терминология основана на рекомендациях петрографического кодекса [Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования, 2008].

*Туфами* мы называем породы, сложенные измененным пирокластическим веществом (глинизированным, окварцованным, и/или пиритизированным, карбонатизированным), без примеси синхронного осадочного материала. Они имеют нормальные (с уменьшением размерности зерен снизу вверх) градиционные текстуры и резкую ровную подошву, сложены девитрифицированным, глинизированным и/или окварцованным вулканическим стеклом, которое может также частично карбонатизироваться и/или пиритизироваться на более поздних стадиях преобразований. На фоне преобладающей массы измененного вулканического стекла различимы тонкие (преимущественно 0,01–0,08 мм) кристаллокласты (преобладает плагиоклаз) разной степени сохранности. Петрографический и химический составы, изученные в предыдущей работе [Панченко и др., 2021], указывают на принадлежность к андезибазальтам, андезитам и, реже, базальтам. Сходство состава туфов из разных стратиграфических интервалов предполагает их принадлежность к одной магматической провинции.

Прослои туфов, прослеженные на большом расстоянии (рис. 4–7), в нашей работе обозначены индексами T0, T1, ..., T4 в соответствии с порядковым номером снизу вверх по разрезу (например, T0 – самый нижний прослой туфов). При



недостатке признаков и информации о стратиграфическом положении мы использовали пометку с вопросительным знаком.

*Туффитами* мы называем породы, содержащие измененный пирокластический материал в заметном количестве, но в разной степени им насыщенные (условно от 50 до 95%), всегда с присутствием синхронного осадочного (ксеногенного) материала фоновой седиментации. Вулканогенный материал аналогичен описанному в туфах, всегда в значительной степени изменен, как правило, окремнен, реже глинизирован. В случае окремнения туффиты сложены кремневыми или кварцевыми овальными глобулями с незакономерным тонкочешуйчатым внутренним строением [см. рис. 12в, г в Панченко и др., 2021], причем подобные образования не отмечаются в баженовских силицитах. При глинизации слойки туффитов представлены однородным буроватым глинистым веществом с участками ксеногенной фоновой породы [см. рис. 12а, б в Панченко и др., 2021]. На фоне бурого глинистого вещества различимы редкие мелкие кристаллокласты плагиоклаза. Ксеногенный осадочный материал представляет собой компоненты, характерные для выше- и нижерасположенных фоновых осадочных пород (глинисто-кремневые тонкодисперсные образования с радиоляриями, ихтиодетритом и другими биокластами). Туффитовые прослои имеют незакономерное строение, чаще всего с градиционной текстурой (нормальной и/или обратной), иногда они линзовидного облика. Тонкие туффитовые слойки часто группируются в серии слойков общей мощностью от 0,5 до 20 см и редко более. В таких сериях насыщенность пирокластическим материалом меняется градиционно снизу вверх, иногда импульсно. Таким образом, ниже рассмотрим еще одно используемое понятие.

*Туффитовые серии* – это совокупность нескольких тонких туффитовых слойков, близкорасположенных друг к другу (первые мм – первые см), разделенных участками с преобладанием фоновой осадочной породы (рис. 2). Чаще всего такие слойки градиционно переходят один в другой по вертикали. Между собой разные туффитовые серии разграничиваются относительно мощными (от нескольких см) участками фоновой осадочной породы без видимых включений пирокластики.

С туффитами нередко ассоциируют альгинитовые (водорослевые или бактериально-водорослевые) скопления [Булатов и др., 2021; Bulatov и др., 2021], что обуславливает присутствие в некоторых туффитовых слойках высочайших содержаний органического вещества ( $C_{org}$  до 30%), при том, что в туфах ОВ не наблюдается, либо присутствуют его следовые ко-

личества [Панченко и др., 2021]. Природа парагенезиса туффитов и альгинита дискуссионна и связывается нами с возникновением благоприятных условий для вспышки развития донных бактериально-водорослевых сообществ на субстрате с пирокластикой, богатом питательными веществами (Mg, Fe, Zn и др.).

В наиболее полных последовательностях, где по комплексу критериев удастся установить конкретное стратиграфическое положение *туффитов (туффитовых серий)* и проследить их от разреза к разрезу по совокупности критериев (морфология, мощность, состав и интенсивность люминесценции), им присуждается сокращенный индекс: ТТ1, ТТ2, ТТ3 или ТТ4, где цифра указывает на порядок снизу вверх по разрезу, а обозначение «ТТ» (туффит) информирует об участии в составе заметного количества осадочного ксеногенного материала, вне зависимости от наличия или отсутствия альгинитовой составляющей.

#### 3.4 Стратиграфическая привязка туфогенных прослоев и их идентификация

Идентификация одного и того же прослоя в разных скважинах как единого уровня следовала по системному набору признаков, включающему: 1) морфологию прослоя (туфы или туффиты), 2) его мощность, 3) приуроченность к литологическим маркерам и палеонтологическим ассоциациям. Минеральный состав туфогенных слойков не является определяющим признаком, так как он может быть изменчив по латерали ввиду особенностей наложенных диакатагенетических процессов. Кроме того, ни один из указанных признаков не может быть главенствующим, используется только комплекс характеристик.

Прослои туфов и туффитов привязывались к пачкам баженовской и тутлеймской свит [Панченко и др., 2016]. Выделение пачек производилось с учетом литологических и палеонтологических признаков. Среди литологических маркеров и реперных уровней стоит отметить следующие: линзовидные радиоляриты и фосфориты (баженовские/тутлеймские пачки 1 и 2а), умеренно протяженные радиоляритовые слои и слойки (пачка 2б) и их тонко-линзовидные прослои с линзами пирита (пачка 3), кокколитофоридовые тонкослоистые гемипелагиты (пачки 5а и 5б) и уровни с карбонатными нодулями (пачки 4б, 5а и 5б). Палеонтологическими маркерами выступили уровни с обилием двустворок – иноцерамов (их скопления приурочены преимущественно к пачке 4б) и бухий (обилие их раковин маркирует по-

дошвенные слои пачки 5a, а относительно редкие створки, при этом в ассоциации с иноцерамами – подошвенные части пачки 4a); кроме того, выявлялись уровни развития аллохтонных скоплений нектонной фауны, характерные для подошвы пачки 2b, верхов пачки 3 – подошвы пачки 4a, нижней части пачки 5a [Панченко и др., 2015a; Панченко и Немова, 2017; Панченко и др., 2016] (рис. 8–12).

Анализ керна производился с опорой на методы геофизического каротажа, которые позволяли уточнить расчленение и сопоставление разрезов, скорректировать границы и мощности пачек, уточнить привязку туфогенных прослоев. В баженовской, тутлеймской и фроловской свитах наиболее информативными методами выступают: гамма, нейтронный, боковой, плотностной, акустический, индукционный каротажи.

Стратиграфическая привязка туфогенных прослоев по литолого-стратиграфическим признакам и геофизическому каротажу выполнялась и при анализе фотографий керн скважин в случае их пригодного для работы качества.

Метрическая привязка глубины залегания по керну всюду посчитана от начала интервала бурения с отбором керна (от верха интервала проходки). Увязка глубины отбора керна с глубиной по ГИС (которая принимается как более точная) производилась по стандартной методике сопоставления кривых гамма-каротажей, полученных по керну лабораторной аппаратурой и в стволе скважины каротажным прибором.

Возраст туфогенных прослоев определен биостратиграфическими методами (аммониты, двустворки, радиолярии [Вишневская, 2013; Вишневская и др., 2020; Панченко и др., 2015a, 2013, 2016, 2021]. Согласно биостратиграфическим данным возраст баженовских пачек в центральной части Западной Сибири мало изменчив, наблюдаемая диахронность, как правило, не превышает одной аммонитовой зоны.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследования было выявлено множество тонких вулканогенных прослоев в керне большого количества скважин. Из 274 изученных нами разрезов скважин в пределах рассматриваемой территории, 136 оказались с пирокластическими прослоями. При этом отсутствие находок туфов и туффитов обычно коррелируется с малым выносом керна в интервале баженовской или тутлеймской свиты. Среди скважин, вскрывших керном практически весь искомый интервал, только пять оказались без находок туфогенных прослоев. Не исключено, что эти прослои могли быть

пропущены из-за отсутствия фотографий керна, сделанных в УФ, или по причине невозможности использовать УФ источник света во время работы с керном, что значительно упрощает поиск большей части тонких прослоев, особенно в керне плохой сохранности.

Обнаруженные туфогенные прослои каталогизированы по их стратиграфическому положению, морфологии и преобладающему составу (табл. 1). В каталоге скважины с туфами и туффитами выстроены в алфавитном порядке с присвоением порядкового номера (от 1 до 136), вынесенного на карту (рис. 1). Большей части прослоев или их серий дана детальная (до 1 см) метрическая привязка по глубине бурения и по корректировке с каротажными глубинами (более корректными), что позволит использовать полученные данные в последующих работах. Прослои привязаны к свитам (баженовская, тутлеймская, фроловская) и пачкам (пачки 1–6b в баженовской свите и нижнетутлеймской подсвите). В каталог занесены также мощность прослоев, наличие фактического материала (фотографии керн, петрографические шлифы, определения химического состава) и имеющихся результатов исследований образцов со ссылками на публикации.

Каталог находок верхнеюрских – нижнемеловых туфов и туффитов в керне скважин Западной Сибири [Панченко и др., 2022] в текстовом формате доступен на сайте репозитория базы данных по наукам о Земле (БДНЗ) [ <http://esdb.wdcb.ru/> ], расположенного в Геофизическом центре РАН.

В 136 скважинах с керном всего выявлено 373 туфогенных прослоя, из них 202 представлено туфами, 145 – туффитами, 26 – прослои неясной морфологии и состава. Пирокластические прослои происходят, главным образом, из баженовской (314 прослоев в 109 скв.) и тутлеймской свит (54 прослоя в 25 скв.), в редких случаях они отмечены в самых конденсированных углеродистых интервалах фроловской свиты, в ее подошвенных частях (отмечены в 5 скв.). Текущая статистика объясняется преимущественно выборкой имеющегося материала (рис. 1), и не в полной мере характеризует действительную частоту встречаемости пирокластики. Стоит заметить, что, несмотря на свою маломощность, обсуждаемые прослои вполне регулярно отмечаются именно в наиболее конденсированных частях изученного разреза.

Удалось установить, что большая часть прослоев приурочена к одним и тем же пачкам, но с некоторым «скольжением» относительно их границ. Туфы и туффиты отмечены в пачках 3, 4a, 4b и 5a баженовской и тутлеймской

Таблица 1: Каталог находок верхнеюрских – нижнемеловых туфов и туффигов в кернах скважин Западной Сибири

| Порядковый номер |    | Скважина (площадь, номер) |      | Глубина по керну, м | Глубина по каротажу, м | Литографическая привязка   | Тип туфогенной слошки | Строение и мощность            | Преобладающий состав  | Индекс прослоя | Субстративный уровень | Фотография керна | Шлиф | XRF | ICP-MS | Отзывы/комментарии |
|------------------|----|---------------------------|------|---------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|------------------|------|-----|--------|--------------------|
| 1                | 2  | 3                         | 4    | 5                   | 6                      | 7                          | 8                     | 9                              | 10                    | 11             | 12                    | 13               | 14   | 15  | 16     | 17                 |
| 1                | 1  | Апрельская                | 5    | 2685,36             | 2680,86                | базальтов. св. пачка 5b    | Туф                   | 1-2 мм прослой                 | Глинистый             |                |                       | +                |      |     |        |                    |
| 2                | 1  | Апрельская                | 5    | 2688,92             | 2684,42                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T3/T4          | UB4                   | +                |      |     |        |                    |
| 3                | 1  | Апрельская                | 5    | 2692,30             | 2687,80                | базальтов. св. пачка 4b    | Туф                   | 1,5-2 мм прослой               | Глинист., однородный  | T2             | UB2                   | +                | +    |     |        | [2], обр. №29      |
| 4                | 1  | Апрельская                | 5    | 2693,99             | 2689,79                | базальтов. св. пачка 4a    | Туф                   | 6-8 мм прослой                 | Глинист., однородный  | T1             | UB1                   | +                | +    | +   |        | [2], обр. №6       |
| 5                | 2  | Апрельская                | 10   | 2781,19             | 2780,79                | базальтов. св. пачка 5a-5b | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T3/T4          | UB4                   | +                |      |     |        |                    |
| 6                | 2  | Апрельская                | 10   | 2784,64             | 2784,24                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T3a            | UB3                   | +                |      |     |        |                    |
| 7                | 2  | Апрельская                | 10   | 2786,92             | 2786,52                | базальтов. св. пачка 4b    | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинистый             | T2             | UB2                   | +                |      |     |        |                    |
| 8                | 3  | Апрельская                | 12   | 2900,84             | 2902,84                | базальтов. св. пачка 4b    | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинист., однородный  | T2             | UB2                   | +                | +    |     |        | [2], обр. №30      |
| 9                | 4  | Апрельская                | 15   | 2908,87             | 2912,47                | фронтон. св.               | Туф                   | <1 мм прослой                  | Глинистый             | FrT1           | LF1                   | +                |      |     |        |                    |
| 10               | 4  | Апрельская                | 15   | 2918,15             | 2922,55                | базальтов. св. пачка 5a-5b | Туф                   | 2 мм прослой                   | Глинистый             | T3/T4          | UB4                   | +                |      |     |        |                    |
| 11               | 4  | Апрельская                | 15   | 2921,29             | 2925,69                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 2 мм прослой                   | Глинистый             | T3a            | UB3                   | +                |      |     |        |                    |
| 12               | 4  | Апрельская                | 15   | 2925,80             | 2930,20                | базальтов. св. пачка 4b    | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинист., однородный  | T2             | UB2                   | +                |      |     |        | [2], обр. №31      |
| 13               | 5  | Апрельская                | 16   | 2722,48             | 2724,28                | базальтов. св. пачка 4b    | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинист., однородный  | T2             | UB2                   | +                |      |     |        |                    |
| 14               | 5  | Апрельская                | 16   | 2725,25             | 2727,05                | базальтов. св. пачка 4a    | Туф                   | 6-8 мм прослой                 | Глинист., однородный  | T1             | UB1                   | +                | +    |     |        | [2], обр. №7       |
| 15               | 6  | Белоярская (Каргаоская)   | 42   | 2257,42             | 2256,82                | базальтов. св. пачка 4a    | Туфрит                | 2-3 см прослой                 | Глинист., иригитиз.   | T1             | UB1                   | +                |      |     |        |                    |
| 16               | 6  | Белоярская (Каргаоская)   | 42   | 2261,58             | 2260,98                | базальтов. св. пачка 3     | Туфрит                | 5 мм серия 1-2 мм прослоя      | Глинист., окремненный | T14            | LB 2                  | +                |      |     |        |                    |
| 17               | 6  | Белоярская (Каргаоская)   | 42   | 2261,79             | 2261,19                | базальтов. св. пачка 3     | Туфрит                | 3-4 мм прослой                 | Глинист., окремненный | T14            | LB 2                  | +                |      |     |        |                    |
| 18               | 6  | Белоярская (Каргаоская)   | 42   | 2263,55-2263,68     | 2262,95-2263,08        | базальтов. св. пачка 3     | Туфрит                | 13 см серия 2-4 мм прослоя     | Глинист., окремненный | T13            | LB 1                  | +                |      |     |        |                    |
| 19               | 6  | Белоярская (Каргаоская)   | 42   | 2263,71-2263,75     | 2263,11-2263,15        | базальтов. св. пачка 3     | Туфрит                | 4 см серия 2-4 мм прослоя      | Глинист., окремненный | T12            | LB 1                  | +                |      |     |        |                    |
| 20               | 6  | Белоярская (Каргаоская)   | 42   | 2263,85             | 2263,25                | базальтов. св. пачка 3     | Туфрит                | 8 см серия 1-2 мм прослоя      | Глинист., окремненный | T11            | LB 1                  | +                |      |     |        |                    |
| 21               | 7  | Большая Олховская         | 75   | 2570,25             | 2569,05                | туфелит. св. пачка 4b      | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинист., однородный  | T2             | UB2                   | +                |      |     |        |                    |
| 22               | 7  | Большая Олховская         | 75   | 2572,86             | 2571,66                | туфелит. св. пачка 4a      | Туф                   | 6-8 мм прослой                 | Глинист., однородный  | T1             | UB1                   | +                | +    | +   |        | [2], обр. №3       |
| 23               | 8  | Большая Олховская         | 77   | 2579,68             | 2580,38                | туфелит. св. пачка 4a      | Туф                   | 6-8 мм прослой                 | Глинист., однородный  | T1             | UB1                   | +                | +    | +   |        | [2], обр. №4       |
| 24               | 9  | Верхнесалмская            | 45   | 2959,60             | 2964,60                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T4             | UB4                   | +                |      |     |        |                    |
| 25               | 9  | Верхнесалмская            | 45   | 2959,88             | 2964,88                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T3             | UB4                   | +                |      |     |        |                    |
| 26               | 9  | Верхнесалмская            | 45   | 2963,04             | 2968,04                | базальтов. св. пачка 4b-5a | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинистый             | T2             | UB2                   | +                |      |     |        |                    |
| 27               | 10 | Верхнесалмская            | 2316 | 3258,30             | 3258,80                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T4             | UB4                   | +                |      |     |        | [2], на рис.4      |
| 28               | 10 | Верхнесалмская            | 2316 | 3258,55             | 3259,05                | базальтов. св. пачка 5a    | Туф                   | 1 мм прослой                   | Глинистый             | T3             | UB4                   | +                |      |     |        | [2], на рис.4      |
| 29               | 10 | Верхнесалмская            | 2316 | 3261,30             | 3261,80                | базальтов. св. пачка 4b-5a | Туф                   | <2 мм прослой                  | Глинистый             | T2             | UB2                   | +                |      |     |        | [2], на рис.4      |
| 30               | 10 | Верхнесалмская            | 2316 | 3266,10             | 3266,60                | базальтов. св. пачка 3     | Туф                   | 6-8 мм прослой                 | Глинист., однородный  | T1             | UB1                   | +                |      |     |        | [2], на рис.4      |
| 31               | 11 | Восточно-Ильорская        | 154  | 2861,80             |                        | базальтов. св. пачка 3-4   | Туфрит                | серия тонких (1-10 мм) прослоя | Окремненный           |                |                       | +                | +    |     |        |                    |
| 32               | 12 | Восточно-Ильорская        | 301  | 2739,07             |                        | базальтов. св. пачка 3-4   | Туф или туфрит        | 6-8 мм прослой                 | Окремненный           |                |                       | +                | +    | +   |        | [2], обр. №53      |
| 33               | 13 | Восточно-Калчинская       | 81   | 2744,05             |                        | базальтов. св. пачка 3-4   | Туфрит                | серия тонких (1-10 мм) прослоя | Окремненный           |                |                       | +                | +    | +   |        | [2], обр. №46      |
| 34               | 13 | Восточно-Калчинская       | 81   | 2744,15             |                        | базальтов. св. пачка 3-4   | Туфрит                | серия тонких (1-10 мм) прослоя | Окремненный           |                |                       | +                | +    | +   |        |                    |
| 35               | 14 | Восточно-Никольская       | 1    | 2321,58             | 2314,68                | базальтов. св. пачка 4a    | Туф                   | <8 мм прослой                  | Глинист., иригитиз.   | T1             | UB1                   | +                |      |     |        |                    |
| 36               | 14 | Восточно-Никольская       | 1    | 2321,60             | 2314,70                | базальтов. св. пачка 4a    | Туф                   | <1 мм прослой                  | Глинистый             | T0a/b          | UB0                   | +                |      |     |        |                    |
| 37               | 15 | Восточно-Ольховская       | 311  | 2742,03             | 2739,33                | туфелит. св. пачка 4a      | Туф                   | 6-8 мм прослой                 | Глинист., однородный  | T1             | UB1                   | +                |      |     |        | [2], обр. №1       |
| 38               | 16 | Восточно-Придорожная      | 781  | 2945,58             | 2940,98                | базальтов. св. пачка 4a    | Туфрит                | 3-4 мм прослой                 | Глинист., окремненный |                |                       | +                |      |     |        |                    |
| 39               | 17 | Восточно-Чистинная        | 526  | 2756,79             |                        | базальтов. св. пачка 4a    | Туф                   | >3 мм прослой                  | Глинистый             | T1             | UB1                   | +                |      |     |        |                    |
| 40               | 17 | Восточно-Чистинная        | 526  | 2760,23             |                        | базальтов. св.             | Туфрит                |                                | Глинист., окремненный |                |                       | +                | +    | +   |        | [1]                |

Продолжение таблицы на следующей стр.

Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнеловских – нижнемеловых туфов и туффитов в кернах скважин Западной Сибири

| 1  | 2  | 3                  | 4     | 5         | 6         | 7                         | 8      | 9                              | 10                     | 11    | 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17            |
|----|----|--------------------|-------|-----------|-----------|---------------------------|--------|--------------------------------|------------------------|-------|------------|----|----|----|----|---------------|
| 41 | 17 | Восточно-Чистинная | 526   | 2760,26   |           | базенов, св.              | Туффит |                                | Глинистый, окремненный |       | LB 1 – UB0 |    | +  | +  |    | [1]           |
| 42 | 17 | Восточно-Чистинная | 526   | 2760,54   |           | базенов, св.              | Туффит |                                | Глинистый, окремненный |       | LB 1 – UB0 |    | +  | +  | +  | [1]           |
| 43 | 18 | Восточно-Ильотская | 3     | 2655,25   | 2654,75   | базенов, св., пачка 4а–4б | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, окремненный | T1    | UB1        |    | +  | +  | +  | [2], обр. №21 |
| 44 | 19 | Восточно-Ильотская | 11    | 2651,20   |           | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, шпиритиз.   | T1    | UB1        |    | +  | +  |    |               |
| 45 | 20 | Галиновская        | 38    | 2610–2612 | 2610–2612 | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    |    |    | +  | [2], обр. №19 |
| 46 | 21 | Галиновская        | 42    | 2647,39   | 2652,49   | базенов, св., пачка 5а    | Туф    | 1–2 мм прослой                 | Глинистый              | T3/T4 | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 47 | 21 | Галиновская        | 42    | 2652,81   | 2657,91   | базенов, св., пачка 4б    | Туф    | <2 мм прослой                  | Глинистый              | T2    | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 48 | 22 | Галиновская        | 43    | 2701,02   |           | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    | +  | +  |    |               |
| 49 | 23 | Галиновская        | 44    | 2703,88   | 2704,11   | фр. олов, св.             | Туф    | 1 мм прослой                   | Карбонатизированный    | FrT1  | LF1        |    |    |    |    |               |
| 50 | 23 | Галиновская        | 44    | 2724,56   | 2724,66   | базенов, св., пачка 4б    | Туф    | 2 мм прослой                   | Глинистый              | T2    | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 51 | 23 | Галиновская        | 44    | 2728,55   | 2728,35   | базенов, св., пачка 4а    | Туффит | 6–7 см серия 2–4 мм прослоев   | Глинистый, окремненный | T1    | UB1        |    | +  |    |    |               |
| 52 | 24 | Галиновская        | 45    | 2719,90   |           | базенов, св., пачка 4а    | Туффит | 14 см серия 2–4 мм прослоев    | Глинистый, окремненный | T1    | UB1        |    | +  |    |    |               |
| 53 | 25 | Галиновская        | 2006  | 2736,00   | 2732,50   | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    | +  | +  | +  | [2], обр. №17 |
| 54 | 26 | Галиновская        | 2024  | 2702,10   | 2703,30   | фр. олов, св.             | Туф    | 1 мм прослой                   | Карбонатизированный?   | FrT1  | LF1        | +  |    |    |    |               |
| 55 | 26 | Галиновская        | 2024  | 2723,83   |           | базенов, св., пачка 3     | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    |    |    |    |               |
| 56 | 27 | Галиновская        | 2031  | 2849,16   | 2849,65   | базенов, св., пачка 5а    | Туф    | 1 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | T3/T4 | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 57 | 27 | Галиновская        | 2031  | 2857,21   | 2854,80   | базенов, св., пачка 4б    | Туф    | 2 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | T2    | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 58 | 27 | Галиновская        | 2031  | 2857,47   | 2858,67   | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    | +  | +  | +  | [2], обр. №18 |
| 59 | 28 | Галиновская        | 2034  | 2847,77   | 2841,17   | фр. олов, св.             | Туф    | 1 мм прослой                   | Глинистый, шпиритиз.   | FrT1  | LF1        | +  |    |    |    |               |
| 60 | 29 | Галиновская        | 2035  | 2911,05   | 2911,29   | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    | +  | +  | +  |               |
| 61 | 30 | Гортовая           | 91    | 2204,10   | 2205,20   | базенов, св., пачка 3–4а  | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, карбонатиз. | T1    | UB1        |    | +  | +  | +  | [2], обр. №22 |
| 62 | 31 | Декабрьская        | 541   | 2865,59   | 2864,09   | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    | +  | +  | +  | [2], обр. №15 |
| 63 | 32 | Демьянская         | 20    | 2802–2805 | 2802–2805 | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    |    |    | +  | [2], обр. №23 |
| 64 | 33 | Дружная            | 322   | 2849,03   | 2851,53   | базенов, св., пачка 5а    | Туф    | 1 мм прослой                   | Глинистый              | T3/T4 | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 65 | 33 | Дружная            | 322   | 2853,30   | 2855,80   | базенов, св., пачка 4б    | Туф    | 2 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | T2    | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 66 | 33 | Дружная            | 322   | 2855,15   | 2857,65   | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T0b   | UB0        |    |    |    |    |               |
| 67 | 33 | Дружная            | 322   | 2856,10   | 2858,00   | базенов, св., пачка 4а    | Туф    | 2 мм прослой                   | Глинистый              | T0a   | UB0        | +  |    |    |    |               |
| 68 | 33 | Дружная            | 322   | 2856,55   | 2859,15   | базенов, св., пачка 3–4а  | Туффит | 10–15 см серия тонких прослоев | Глинистый, окремненный |       | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 69 | 33 | Дружная            | 322   | 2856,65   | 2861,86   | базенов, св., пачка 3     | Туффит | >10 см серия тонких прослоев   | Глинистый, окремненный |       | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 70 | 33 | Дружная            | 322   | 2859,36   | 2861,92   | базенов, св., пачка 3     | Туффит | 1–2 см серия тонких прослоев   | Глинистый, окремненный |       | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 71 | 33 | Дружная            | 322   | 2859,42   | 2861,92   | базенов, св., пачка 3     | Туффит | 9 см серия тонких прослоев     | Глинистый, окремненный | T12   | LB 1       | +  |    |    |    |               |
| 72 | 34 | Дружная            | 326   | 2872,05   | 2868,05   | базенов, св., пачка 3     | Туффит | 3–4 см серия тонких прослоев   | Глинистый, окремненный | T11   | LB 1       | +  |    |    |    |               |
| 73 | 34 | Дружная            | 326   | 2872,27   | 2868,27   | базенов, св., пачка 3     | Туффит | 1 мм прослой                   | Глинистый              | T3a   | UB3        | +  |    |    |    |               |
| 74 | 35 | Ем-Еловская        | 4045  | 2288,50   | 2289,90   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 2 мм прослой                   | Глинистый              | T2    | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 75 | 35 | Ем-Еловская        | 4045  | 2293,70   | 2295,10   | туглейм, св., пачка 4б    | Туф    | <2 мм прослой                  | Глинистый              | T1    | UB1        |    |    |    |    |               |
| 76 | 35 | Ем-Еловская        | 4045  | 2296,25   | 2297,65   | туглейм, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый              | T3a   | UB3        | +  |    |    |    |               |
| 77 | 36 | Ем-Еловская        | 4452  | 2281,00   | 2281,70   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 1 мм прослой                   | Глинистый              |       |            |    |    |    |    |               |
| 78 | 36 | Ем-Еловская        | 4452  | 2289,82   | 2290,22   | туглейм, св., пачка 4а    | Туф    | 6–8 мм прослой                 | Глинистый, однородный  | T1    | UB1        |    |    |    |    |               |
| 79 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2410,80   | 2410,10   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 1 мм прослой                   | Глинистый              | T4    | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 80 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2411,25   | 2410,55   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 1 мм прослой                   | Глинистый              | T3    | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 81 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2422,26   | 2421,56   | туглейм, св., пачка 4а    | Туффит | 1 см серия тонких прослоев     | Глинистый, окремненный |       |            |    |    |    |    |               |
| 82 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2423,34   | 2422,64   | туглейм, св., пачка 3–4а  | Туффит | 2 см серия тонких прослоев     | Глинистый, окремненный | T14   | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 83 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2423,87   | 2423,17   | туглейм, св., пачка 3     | Туффит | 1–2 см серия тонких прослоев   | Глинистый, окремненный | T14   | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 84 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2424,15   | 2423,45   | туглейм, св., пачка 3     | Туффит | >10 см серия тонких прослоев   | Глинистый, окремненный | T14   | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 85 | 37 | Ем-Еловская        | 30034 | 2424,34   | 2423,64   | туглейм, св., пачка 3     | Туффит | 2–3 см серия тонких прослоев   | Глинистый, окремненный | T14   | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 86 | 38 | Заозерная          | 1     | 2595,31   | 2595,31   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 2–3 мм прослой                 | Глинистый              | T3    | UB3        | +  |    |    | +  |               |
| 87 | 38 | Заозерная          | 1     | 2595,82   | 2595,82   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 2–3 мм прослой                 | Глинистый              | T3a   | UB4        | +  |    |    | +  |               |
| 88 | 38 | Заозерная          | 1     | 2599,16   | 2599,36   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | 2 мм прослой                   | Глинистый              | T3a   | UB3        | +  |    |    | +  |               |
| 89 | 38 | Заозерная          | 1     | 2600,48   | 2600,68   | туглейм, св., пачка 5а    | Туф    | <<1 мм прослой                 | Глинистый              |       |            |    |    |    | +  |               |
| 90 | 38 | Заозерная          | 1     | 2602,02   | 2602,22   | туглейм, св., пачка 4б    | Туф    | <<1 мм прослой                 | Глинистый              |       |            |    |    |    | +  |               |
| 91 | 38 | Заозерная          | 1     | 2603,83   | 2604,03   | туглейм, св., пачка 4б    | Туффит | 1 см прослой                   | Глинистый, окремненный | T12   | UB2        | +  |    |    | +  |               |

Продолжение таблицы на следующей стр.



Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнеловских – нижнемеловых туфов и туффитов в кернах скважин Западной Сибири

| 1   | 2  | 3                      | 4    | 5       | 6       | 7                       | 8              | 9                                | 10                     | 11  | 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17            |
|-----|----|------------------------|------|---------|---------|-------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|-----|------------|----|----|----|----|---------------|
| 92  | 38 | Заозерная              | 1    | 2606,21 | 2606,41 | туф. св., пачка 4а      | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинистый              | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  |               |
| 93  | 38 | Заозерная              | 1    | 2606,88 | 2607,08 | туф. св., пачка 4а      | туффит         | 3 мм прослой                     | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 94  | 38 | Заозерная              | 1    | 2607,37 | 2607,67 | туф. св., пачка 4а      | туффит         | 7 мм прослой                     | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 95  | 38 | Заозерная              | 1    | 2607,63 | 2607,83 | туф. св., пачка 4а      | туффит         | 4 мм прослой                     | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 96  | 38 | Заозерная              | 1    | 2607,77 | 2607,97 | туф. св., пачка 4а      | туффит         | 5 мм прослой                     | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 97  | 38 | Заозерная              | 1    | 2611,35 | 2611,55 | туф. св., пачка 3       | туффит         | >2 см прослой                    | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 98  | 39 | Заозерная              | 17   | 2564,83 | 2557,23 | туф. св., пачка 5а      | туф.           | >1 см прослой                    | глинистый              | Т3а | UB3        | +  | +  | +  | +  |               |
| 99  | 39 | Заозерная              | 17   | 2572,42 | 2573,42 | туф. св., пачка 3-4а    | туффит         | 7-8 см серия 1-4 мм прослоев     | глинист., окремененный |     |            | +  | +  | +  | +  |               |
| 100 | 40 | Западно-Аланская       | 1    | 2640,60 |         | бажен. св.              | туф.           |                                  | глинистый              |     |            | +  | +  | +  | +  | [1]           |
| 101 | 41 | Западно-Кензерская     | 4    | 2801,90 | 2802,00 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | 7-8 см серия тонких прослоев     | глинист., окремененный |     |            | +  | +  | +  | +  |               |
| 102 | 41 | Западно-Кензерская     | 4    | 2802,46 | 2802,56 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | 10 см серия 1-3 мм прослоев      | глинист., окремененный |     |            | +  | +  | +  | +  |               |
| 103 | 41 | Западно-Кензерская     | 4    | 2802,79 | 2802,89 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | 3 см серия 1-2 мм прослоев       | глинист., окремененный |     |            | +  | +  | +  | +  |               |
| 104 | 41 | Западно-Кензерская     | 4    | 2802,94 | 2803,04 | бажен. св., пачка 3-4а  | туффит         | 2-3 см серия 1-3 мм прослоев     | глинист., окремененный |     |            | +  | +  | +  | +  |               |
| 105 | 42 | Западно-Ташинская      | 10   | 2695,12 | 2697,72 | туф. св., пачка 4а-4б   | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинист., однородный   | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  |               |
| 106 | 43 | Западно-Усть-Балаская  | 2003 | 2862,96 |         | бажен. св.              | туф.           |                                  | глинистый              |     |            | +  | +  | +  | +  | [1]           |
| 107 | 44 | Импдорская             | 280  | 3043,93 | 3945,47 | бажен. св., пачка 3     | туффит         | 2-3 мм прослой                   | глинист., окремененный |     | UB 1 – UB0 | +  | +  | +  | +  |               |
| 108 | 45 | Импдорская             | 401  | 3016,00 | 3015,60 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т4  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 109 | 45 | Импдорская             | 401  | 3016,32 | 3015,92 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т3  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 110 | 45 | Импдорская             | 401  | 3019,24 | 3018,84 | бажен. св., пачка 3     | туф или туффит | 1 мм прослой                     | глинист., однородный   | Т0b | UB0        | +  | +  | +  | +  |               |
| 111 | 45 | Импдорская             | 401  | 3019,93 | 3019,53 | бажен. св., пачка 3     | туф или туффит | 1 мм прослой                     | глинист., однородный   | Т0a | UB0        | +  | +  | +  | +  |               |
| 112 | 46 | Импдорская             | 412  | 3018,15 | 3019,25 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т4  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 113 | 46 | Импдорская             | 412  | 3018,36 | 3019,46 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т3  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 114 | 46 | Импдорская             | 412  | 3021,39 | 3022,49 | бажен. св., пачка 3     | туф.           | 3 мм прослой                     | глинист., однородный   | Т0b | UB0        | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №41 |
| 115 | 46 | Импдорская             | 412  | 3022,15 | 3023,25 | бажен. св., пачка 3     | туф или туффит | 1-2 мм прослой                   | глинист., однородный   | Т0a | UB0        | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №42 |
| 116 | 46 | Импдорская             | 412  | 3022,58 | 3023,68 | бажен. св., пачка 3     | туффит         | 8 см серия 1-3 мм прослоев       | окремененный           | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №43 |
| 117 | 47 | Июльская               | 223  | 2988,14 | 2983,94 | бажен. св., пачка 4а    | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинист., окремененный | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №2  |
| 118 | 48 | Круглоозерная          | 1    | 2314,70 | 2315,3  | бажен. св., пачка 3-4а  | туф.           | >2 мм прослой                    | глинист., иптитиз.     | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  |               |
| 119 | 49 | Кумская                | 4    | 2892,38 | 2893,58 | бажен. св., пачка 4а    | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинист., однородный   | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  |               |
| 120 | 49 | Кумская                | 4    | 2892,58 | 2893,78 | бажен. св., пачка 4а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т0b | UB0        | +  | +  | +  | +  |               |
| 121 | 49 | Кумская                | 4    | 2893,22 | 2893,42 | бажен. св., пачка 4а    | туф.           | 1-2 мм прослой                   | глинистый              | Т0a | UB0        | +  | +  | +  | +  |               |
| 122 | 49 | Кумская                | 4    | 2893,67 | 2893,87 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | 2 см прослой                     | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 123 | 49 | Кумская                | 4    | 2893,86 | 2894,06 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | 2-3 см серия тонких прослоев     | окремен., глинистый    | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 124 | 49 | Кумская                | 4    | 2893,96 | 2894,16 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | 1,5 см прослой в основании серии | глинист., с высоким ОВ | Т14 | UB 2       | +  | +  | +  | +  |               |
| 125 | 49 | Кумская                | 4    | 2895,86 | 2896,06 | бажен. св., пачка 3     | туффит         | 3-4 см серия тонких прослоев     | окремен., глинистый    | Т13 | UB 1       | +  | +  | +  | +  |               |
| 126 | 49 | Кумская                | 4    | 2896,01 | 2896,21 | бажен. св., пачка 3     | туффит         | 14 см серия тонких прослоев      | окремен., глинистый    | Т13 | UB 1       | +  | +  | +  | +  |               |
| 127 | 49 | Кумская                | 4    | 2896,16 | 2896,36 | бажен. св., пачка 3     | туффит         | 10 см серия тонких прослоев      | окремен., глинистый    | Т12 | UB 1       | +  | +  | +  | +  |               |
| 128 | 49 | Кумская                | 4    | 2896,33 | 2896,53 | бажен. св., пачка 3     | туффит         | 3-5 см серия тонких прослоев     | окремен., глинистый    | Т11 | UB 1       | +  | +  | +  | +  |               |
| 129 | 50 | Кумская                | 33   | 2685,65 | 2685,40 | бажен. св., пачка 4а-4б | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинистый              | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  | [1]           |
| 130 | 50 | Кумская                | 33   | 2686,73 | 2686,48 | бажен. св., пачка 4а    | туффит         | серия тонких (1-10 мм) прослоев  | глинист., окремененный |     | UB 1 – UB0 | +  | +  | +  | +  |               |
| 131 | 51 | Куртымская             | 43   | 2782,14 |         | туф. св.                | туф.           |                                  | глинистый              |     |            | +  | +  | +  | +  | [1]           |
| 132 | 52 | Ледовая                | 8    | 2621,87 | 2626,37 | бажен. св., пачка 3-4а  | туффит         | 2-3 см серия тонких прослоев     | глинистый              |     |            | +  | +  | +  | +  |               |
| 133 | 53 | Лекторская             | 12   | 3186,52 |         | бажен. св.              | туф.           |                                  | глинистый              |     |            | +  | +  | +  | +  | [1]           |
| 134 | 54 | Лемпинская / Саламская | 2159 | 2880,66 | 2878,66 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т4  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 135 | 54 | Лемпинская / Саламская | 2159 | 2881,03 | 2879,03 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т3  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 136 | 54 | Лемпинская / Саламская | 2159 | 2888,42 | 2886,82 | бажен. св., пачка 4а    | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинист., однородный   | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  |               |
| 137 | 55 | Лемпинская / Саламская | 2838 | 2817,09 | 2818,79 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т4  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 138 | 55 | Лемпинская / Саламская | 2838 | 2817,52 | 2819,22 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т3  | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 139 | 55 | Лемпинская / Саламская | 2838 | 2820,16 | 2821,86 | бажен. св., пачка 5а    | туф.           | 1 мм прослой                     | глинистый              | Т3а | UB4        | +  | +  | +  | +  |               |
| 140 | 55 | Лемпинская / Саламская | 2838 | 2822,80 | 2824,50 | бажен. св., пачка 4б    | туф.           | <2 мм прослой                    | глинистый              | Т2  | UB2        | +  | +  | +  | +  |               |
| 141 | 55 | Лемпинская / Саламская | 2838 | 2825,55 | 2827,05 | бажен. св., пачка 4а    | туф.           | 6-8 мм прослой                   | глинист., однородный   | Т1  | UB1        | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №16 |
| 142 | 56 | Лисорская              | 42   | 2787,46 |         | туф. св.                | туффит         |                                  |                        |     |            | +  | +  | +  | +  | [1]           |

Продолжение таблицы на следующей стр.

Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнелерских – нижнемеловых туфов и туффитов в кернах скважин Западной Сибири

| 1   | 2  | 3               | 4    | 5               | 6               | 7                      | 8              | 9                                    | 10                   | 11    | 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17                |
|-----|----|-----------------|------|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------------|-------|------------|----|----|----|----|-------------------|
| 143 | 56 | Лисорская       | 42   | 2787,96         |                 | туф                    | Туффит         |                                      |                      |       |            |    |    |    |    |                   |
| 144 | 56 | Лисорская       | 42   | 2788,09         |                 | туф                    | Туффит         |                                      |                      |       |            |    |    |    |    |                   |
| 145 | 57 | Лиминская       | 1    | 3028,45         | 3027,60         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый, шпиритиз. | ТЗ/Т4 | UB4        | +  | +  | +  |    | [1]               |
| 146 | 58 | Малобальская    | 93   | 2871,10         | 2865,30         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1-1,5 мм прослой                     | Глинистый            | Т4    | UB4        | +  | +  | +  |    | [1]               |
| 147 | 58 | Малобальская    | 93   | 2871,40         | 2865,60         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т3    | UB4        | +  | +  | +  |    |                   |
| 148 | 58 | Малобальская    | 93   | 2882,20         | 2868,80         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1-2 мм прослой                       | Глинистый            | Т3а   | UB3        | +  | +  | +  |    |                   |
| 149 | 58 | Малобальская    | 93   | 2887,20         | 2875,20         | бажен. св., пачка 4а   | Туф            | >3 мм прослой                        | Глинистый            | Т1    | ? UB1      | +  | +  | +  |    |                   |
| 150 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2932,96         | 2935,96         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1-1,5 мм прослой                     | Глинистый            | ТЗ/Т4 | UB4        | +  | +  | +  |    |                   |
| 151 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2934,65         | 2937,65         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1-1,5 мм прослой                     | Глинистый            | Т3а   | UB3        | +  | +  | +  |    |                   |
| 152 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2939,12         | 2942,32         | бажен. св., пачка 4б   | Туф            | <2 мм прослой                        | Глинистый            | Т2    | UB2        | +  | +  | +  |    |                   |
| 153 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2940,50         | 2943,70         | бажен. св., пачка 4а   | Туф            | 6-8 мм прослой                       | Глинист, однородный  | Т1    | UB1        | +  | +  | +  |    |                   |
| 154 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2940,70         | 2943,90         | бажен. св., пачка 4а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т0б   | UB0        | +  | +  | +  |    |                   |
| 155 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2940,93         | 2944,13         | бажен. св., пачка 4а   | Туф или туффит | 1 мм прослой                         | Глинист, окремненный | Т0а   | UB0        | +  | +  | +  |    |                   |
| 156 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2942,26         | 2945,46         | бажен. св., пачка 3-4а | Туффит         | 10 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинист, окремненный | ТТ4   | LB_2       | +  | +  | +  |    |                   |
| 157 | 59 | Малобальская    | 6693 | 2943,13         | 2946,33         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 6 см серия тонких (1 мм) прослоев    | Глинист, окремненный |       | LB_1 – UB0 | +  | +  | +  |    |                   |
| 158 | 60 | Малокидинская   | 19   | 2779,02         |                 | туф                    | Туф            |                                      |                      |       |            |    |    |    |    | [1]               |
| 159 | 61 | Марталлеровская | 42   | 2736,87         | 2737,07         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 4-5 мм прослой                       | Глинист, окремненный | ?ТТ4  | ? LB_2     | +  | +  | +  |    |                   |
| 160 | 61 | Марталлеровская | 42   | 2737,41         | 2737,61         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 5 см серия тонких (1-4 мм) прослоев  | Глинист, окремненный | ?ТТ4  | ? LB_2     | +  | +  | +  |    |                   |
| 161 | 61 | Марталлеровская | 42   | 2737,66-2737,88 | 2737,86-2738,08 | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 24 см серия тонких прослоев          | Глинист, окремненный | ?ТТ3  | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 162 | 61 | Марталлеровская | 42   | 2738,26-2738,34 | 2738,46-2738,54 | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 8 см серия тонких прослоев           | Глинист, окремненный | ТТ2   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 163 | 61 | Марталлеровская | 42   | 2738,44         | 2738,64         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 1-2 см серия тонких прослоев         | Глинист, окремненный | ТТ1   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 164 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2804,20         | 2802,90         | бажен. св., пачка 4а   | Туф            | 6-8 мм прослой                       | Глинист, однородный  | Т1    | UB1        | +  | +  | +  |    | [2], обр. №28     |
| 165 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2804,63         | 2803,33         | бажен. св., пачка 4а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т0б   | UB0        | +  | +  | +  |    |                   |
| 166 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2805,04         | 2803,74         | бажен. св., пачка 4а   | Туффит         | <1 см прослой                        | Глинист, окремненный | Т0а   | UB0        | +  | +  | +  |    |                   |
| 167 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2805,27         | 2803,97         | бажен. св., пачка 4а   | Туффит         | >3 см серия тонких прослоев          | Глинист, окремненный | ТТ4   | LB_2       | +  | +  | +  |    |                   |
| 168 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2806,96         | 2805,66         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | серия тонких (1-10 мм) прослоев      | Глинист, окремненный | ТТ3   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 169 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2807,43         | 2805,84         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | >20 см серия тонких (1 мм) прослоев  | Глинист, окремненный | ТТ3   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 170 | 62 | Мишаевская      | 184  | 2807,43         | 2806,13         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 16 см серия 2 мм-2 см прослоев       | Глинист, окремненный | ТТ2   | LB_1       | +  | +  | +  |    | [2], обр. №48, 49 |
| 171 | 63 | Муглановская    | 14   | 2857,96         |                 | бажен. св.             | Туф            |                                      |                      |       |            |    |    |    |    | [1]               |
| 172 | 64 | Нижне-Ялгитская | 2    | 2667,16         | 2668,36         | туф                    | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т4    | UB4        | +  | +  | +  |    |                   |
| 173 | 64 | Нижне-Ялгитская | 2    | 2667,48         | 2668,68         | туф                    | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т3    | UB4        | +  | +  | +  |    |                   |
| 174 | 64 | Нижне-Ялгитская | 2    | 2681,04         | 2681,74         | туф                    | Туффит         | 14 см серия 2 мм-2 см прослоев       | Глинист, окремненный | ?ТТ2  | ? LB_1     | +  | +  | +  |    | [2], обр. №44     |
| 175 | 64 | Нижне-Ялгитская | 2    | 2681,14         | 2681,84         | туф                    | Туффит         | >5 см серия тонких прослоев          | Глинист, окремненный | ?ТТ1  | ? LB_1     | +  | +  | +  |    |                   |
| 176 | 65 | Новиковская     | 1    | 2472,77         | 2472,97         | бажен. св., пачка 4а   | Туффит         | >2 мм прослой                        | Глинист, окремненный | ТТ4   | LB_2       | +  | +  | +  |    |                   |
| 177 | 66 | Новолянская     | 30   | 2746,05         | 2749,05         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинист, однородный  | ТЗ/Т4 | UB4        | +  | +  | +  |    | [2], обр. №39     |
| 178 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2886,55         | 2888,75         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | ?ТТ4  | ? UB4      | +  | +  | +  |    |                   |
| 179 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2887,24         | 2889,44         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинист, шпиритиз.   | ?ТТ3  | ? UB4      | +  | +  | +  |    |                   |
| 180 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2887,77         | 2889,97         | бажен. св., пачка 5а   | Туф            | 2 мм прослой                         | Глинистый            | ?ТЗа  | ? UB3      | +  | +  | +  |    |                   |
| 181 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2887,85         | 2890,05         | бажен. св., пачка 5а   | ?Туффит        | 5 см серия тонких (1-4 мм) прослоев  | Глинист, окремненный |       |            | +  | +  | +  |    |                   |
| 182 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2894,56         | 2896,76         | бажен. св., пачка 3    | Туф или туффит | 1 мм прослой                         | Глинист, окремненный |       | LB_1 – UB0 | +  | +  | +  |    |                   |
| 183 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2895,70-2895,90 | 2897,90-2898,10 | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 20 см серия тонких (1-4 мм) прослоев | Глинист, окремненный | ТТ3   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 184 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2896,02-2896,13 | 2898,22-2898,33 | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | 11 см серия тонких (1-4 мм) прослоев | Глинист, окремненный | ТТ2   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 185 | 67 | Новоорытская    | 187  | 2896,30         | 2898,50         | бажен. св., пачка 3    | Туффит         | >5 см серия тонких прослоев          | Глинист, окремненный | ТТ1   | LB_1       | +  | +  | +  |    |                   |
| 186 | 68 | Палийтовская    | 130  | 2484,03         | 2489,03         | туф                    | Туф            | 6 мм прослой                         | Глинист, шпиритиз.   | Т1    | UB1        | +  | +  | +  |    |                   |
| 187 | 69 | Палийтовская    | 157  | 2993,88         | 2992,78         | туф                    | Туф            | 4-5 мм прослой                       | Глинистый            | Т1    | UB1        | +  | +  | +  |    |                   |
| 188 | 70 | Палийтовская    | 158  | 2901,73         | 2896,83         | туф                    | Туф            | 3-4 мм прослой                       | Глинистый            | Т1    | UB1        | +  | +  | +  |    |                   |
| 189 | 71 | Палийтовская    | 600  | 2330,56         | 2330,26         | туф                    | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т3а   | UB3        | +  | +  | +  |    |                   |
| 190 | 72 | Палийтовская    | 601  | 2379,80         | 2377,50         | туф                    | Туф            | 1 мм прослой                         | Глинистый            | Т3а   | UB3        | +  | +  | +  |    |                   |
| 191 | 73 | Палийтовская    | 611  | 2341,19         | 2338,89         | туф                    | Туф            | 2 мм прослой                         | Шпиритизированный    | ?ТТ1  | ? UB1      | +  | +  | +  |    |                   |
| 192 | 74 | Панковская      | 1    | 2436,55         | 2436,75         | бажен. св., пачка 3-4а | Туф            | >2 мм прослой                        | Глинистый            | ?ТТ1  | ? UB1      | +  | +  | +  |    |                   |
| 193 | 74 | Панковская      | 1    | 2437,75         | 2437,95         | бажен. св., пачка 3-4а | Туффит         | >5 см серия тонких прослоев          | Глинист, окремненный | ?ТТ2  | ? LB_1     | +  | +  | +  |    |                   |

Продолжение таблицы на следующей стр.

Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнюрских – нижнемеловых туфов и туффитов в кернах скважин Западной Сибири

| 1   | 2  | 3                 | 4    | 5       | 6       | 7                       | 8              | 9                                   | 10                      | 11     | 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17            |
|-----|----|-------------------|------|---------|---------|-------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------|--------|------------|----|----|----|----|---------------|
| 194 | 75 | Переловая         | 192  | 2485,96 | 2483,22 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | 3 мм прослой                        | Глинистый, окремененный | ТТ4    | LB 2       | +  |    |    |    |               |
| 195 | 76 | Повокское         | 273  | 3044,05 | 3944,65 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 5 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 196 | 77 | Повокское         | 273  | 3044,15 | 3044,75 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 2–3 мм прослой                      | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 197 | 77 | Повокское         | 70   | 2989,39 | 2990,09 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  |    |    |    |               |
| 198 | 77 | Повокское         | 70   | 2989,99 | 2990,69 | базенов, св, пачка 4а   | Туф или туффит | 1 мм прослой                        | Глинистый, окремененный | Т0а/б  | UB0        | +  |    |    |    |               |
| 199 | 77 | Повокское         | 70   | 2992,74 | 2993,34 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 3 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Окремененный            |        | ? LB 2     | +  |    |    | +  | [2], обр. №52 |
| 200 | 77 | Повокское         | 70   | 2992,84 | 2993,64 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 3 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Окремененный            |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 201 | 78 | Повокское         | 7327 | 2895,18 | 2894,88 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 4 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Окремененный            |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 202 | 78 | Повокское         | 7327 | 2895,25 | 2894,95 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 3 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Окремененный            |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 203 | 79 | Полонская         | 1    | 2451,27 | 2451,87 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            |                                     | Глинистый               |        |            |    |    |    |    |               |
| 204 | 80 | Поточное          | 2832 | 2730,45 | 2732,45 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №27 |
| 205 | 80 | Поточное          | 2832 | 2734,60 | 2736,45 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | серия тонких (1–10 мм) прослоев     | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №47 |
| 206 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2809,65 | 2809,65 | базенов, св, пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                        | Глинистый               | Т4     | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 207 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2809,87 | 2809,87 | базенов, св, пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                        | Глинистый               | Т3     | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 208 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2811,54 | 2811,54 | базенов, св, пачка 5а   | Туф            | <1 мм прослой                       | Глинистый               | Т3а    | UB3        | +  |    |    |    |               |
| 209 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2815,85 | 2815,85 | базенов, св, пачка 4б   | Туф            | <2 мм прослой                       | Глинистый               | Т2     | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 210 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2818,06 | 2818,06 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  | +  |    |    |               |
| 211 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2818,56 | 2818,56 | базенов, св, пачка 4а   | Туффит         | 2 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 212 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2818,92 | 2818,92 | базенов, св, пачка 4а   | Туффит         | 2 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 213 | 81 | Правдинская       | 4004 | 2819,14 | 2819,14 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | 3 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 214 | 82 | Правдинская       | 5209 | 2999,05 | 2998,45 | базенов, св, пачка 4б   | Туф            | <2 мм прослой                       | Глинистый               | Т2     | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 215 | 82 | Правдинская       | 5209 | 3003,10 | 3001,50 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  |    |    |    |               |
| 216 | 82 | Правдинская       | 5209 | 3006,48 | 3005,88 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 4 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 217 | 82 | Правдинская       | 5209 | 3006,58 | 3005,98 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 3 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 218 | 83 | Правдинская       | 5217 | 3164,08 | 3168,08 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  |    |    |    |               |
| 219 | 84 | Приобская         | 8730 | 2918,12 | 2919,12 | базенов, св, пачка 4б   | Туф или туффит | 4–5 мм прослой                      | Глинистый               | Т2     | UB2        | +  |    |    |    |               |
| 220 | 84 | Приобская         | 8730 | 2921,63 | 2922,63 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  |    |    |    |               |
| 221 | 85 | Приобская         | 4976 | 2834,90 | 2834,20 | базенов, св, пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                        | Глинистый               | Т3/Т4  | ? UB4      | +  |    |    |    |               |
| 222 | 85 | Приобская         | 4976 | 2838,05 | 2837,35 | базенов, св, пачка 5а   | Туф            | 2 мм прослой                        | Глинистый, пригиз.      | Т3а    | UB3        | +  | +  | +  |    | [2], обр. №37 |
| 223 | 86 | Присколовная      | 54   | 3074,23 | 3067,63 | базенов, св.            | Туф            | <2 мм прослой                       | Глинистый?              | Т12    | ? UB2      | +  |    |    |    |               |
| 224 | 86 | Присколовная      | 54   | 3074,53 | 3067,93 | базенов, св.            | Туф            | 3–4 мм прослой                      | Глинистый?              | Т11    | ? UB1      | +  |    |    |    |               |
| 225 | 86 | Присколовная      | 54   | 3079,10 | 3072,50 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | 6 см серия тонких (1–2 мм) прослоев | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 226 | 86 | Присколовная      | 54   | 3079,54 | 3072,94 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | 3 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 227 | 86 | Присколовная      | 54   | 3079,78 | 3073,18 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | 4 см серия тонких (1–2 мм) прослоев | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 228 | 86 | Присколовная      | 54   | 3079,93 | 3073,33 | базенов, св, пачка 3–4а | Туффит         | <2 см серия тонких (1 мм) прослоев  | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 229 | 87 | Пугаламская       | 336  | 2645,79 | 2644,79 | базенов, св, пачка 4а   | Туф или туффит | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, окремененный | Т11    | ? UB1      | +  |    |    |    |               |
| 230 | 87 | Пугаламская       | 336  | 2647,56 | 2646,56 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 15 см серия тонких (<2 мм) прослоев | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 231 | 87 | Пугаламская       | 336  | 2647,79 | 2646,79 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 7 см серия тонких (1 мм) прослоев   | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 232 | 87 | Пугаламская       | 336  | 2647,98 | 2646,98 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 2–3 см серия тонких (1 мм) прослоев | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 233 | 87 | Пугаламская       | 336  | 2649,47 | 2648,47 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | 2 см прослой                        | Глинистый, окремененный | Т11    | LB 1       | +  |    |    |    |               |
| 234 | 88 | Пушкунская        | 611  | 2767,47 |         | базенов, св.            | Туф            |                                     | Глинистый               |        |            |    |    |    | +  | [1]           |
| 235 | 89 | Свободная         | 195  | 2873,54 |         | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  |    |    |    |               |
| 236 | 90 | Свободная         | 196  | 2869,97 | 2868,67 | базенов, св, пачка 4а   | Туф            | 6–8 мм прослой                      | Глинистый, однородный   | Т1     | UB1        | +  |    |    | +  |               |
| 237 | 90 | Свободная         | 196  | 2870,60 | 2869,30 | базенов, св, пачка 4а   | Туф или туффит | тонких (1 мм) прослой               | Глинистый               | Т10а/б | ? UB0      | +  |    |    |    |               |
| 238 | 90 | Свободная         | 196  | 2872,44 | 2871,14 | базенов, св, пачка 4а   | Туффит         | серия тонких (1–10 мм) прослоев     | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 239 | 90 | Свободная         | 196  | 2872,34 | 2871,04 | базенов, св, пачка 4а   | Туффит         | серия тонких (1–10 мм) прослоев     | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 240 | 91 | Свернинная        | 40   | 2773,76 | 2772,76 | туглейм, св, пачка 5а   | Туф            | 1–2 мм прослой                      | Глинистый?              | Т4     | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 241 | 91 | Свернинная        | 40   | 2774,24 | 2773,24 | туглейм, св, пачка 5а   | Туф            | 1–2 мм прослой                      | Глинистый?              | Т3     | UB4        | +  |    |    |    |               |
| 242 | 91 | Свернинная        | 40   | 2787,36 | 2786,26 | туглейм, св, пачка 4а   | Туффит         | 12 мм прослой                       | Окремененный            | Т11    | ? UB1      | +  | +  | +  |    | [2], обр. №45 |
| 243 | 92 | Сверо-Аркановская | 30   | 2733,80 | 2734,80 | базенов, св, пачка 5а   | Туф            | 1 мм прослой                        | Глинистый, однородный   | Т3/Т4  | UB4        | +  | +  | +  |    | [2], обр. №38 |
| 244 | 92 | Сверо-Аркановская | 30   | 2742,95 | 2743,10 | базенов, св, пачка 3    | Туффит         | <1 см прослой                       | Глинистый, окремененный |        | LB 1 – UB0 | +  |    |    |    |               |

Продолжение таблиц на следующей стр.

Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнеловских – нижнемеловых туфов и туффилов в кернах скважин Западной Сибири

| 1   | 2   | 3                  | 4       | 5               | 6               | 7                    | 8   | 9                               | 10                   | 11    | 12        | 13 | 14 | 15 | 16 | 17            |
|-----|-----|--------------------|---------|-----------------|-----------------|----------------------|-----|---------------------------------|----------------------|-------|-----------|----|----|----|----|---------------|
| 245 | 93  | Северо-Ватганская  | 1       | 3060,12         | 3059,52         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 8 мм прослой                    | Глинистый            | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 246 | 93  | Северо-Ватганская  | 1       | 3062,65–3062,79 | 3061,55–3062,69 | бажен. св., пачка 3  | Туф | 14 мм серия тонких прослоев     | Глинист, окремненный | Т1    | UB1 – UB0 | +  | +  |    |    |               |
| 247 | 94  | Северо-Ватганская  | 193     | 2863,30         | 2860,90         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  | +  |    | [2], обр. №25 |
| 248 | 94  | Северо-Ватганская  | 193     | 2863,51         | 2861,11         | бажен. св., пачка 4а | Туф | <1 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т0b   | UB0       | +  | +  |    |    |               |
| 249 | 94  | Северо-Ватганская  | 193     | 2863,75         | 2861,35         | бажен. св., пачка 4а | Туф | <1 мм прослой                   | Глинист, пиритиз.    | Т0a   | UB0       | +  | +  |    |    |               |
| 250 | 94  | Северо-Ватганская  | 193     | 2864,64         | 2862,24         | бажен. св., пачка 4а | Туф | <1 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т14   | UB 2      | +  |    |    |    |               |
| 251 | 94  | Северо-Ватганская  | 193     | 2864,98         | 2862,58         | бажен. св., пачка 4а | Туф | <1 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т14   | UB 2      | +  |    |    |    |               |
| 252 | 94  | Северо-Ватганская  | 193     | 2865,36         | 2862,96         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 2–3 см прослой                  | Глинист, окремненный | Т14   | UB 2      | +  | +  |    |    | [2], обр. №51 |
| 253 | 95  | Северо-Когитовская | 318     | 2960,26         | 2958,76         | бажен. св., пачка 3  | Туф | серия тонких (1–10 мм) прослоев | Глинист, окремненный | Т2    | UB1 – UB0 | +  | +  |    |    |               |
| 254 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2710,47         |                 | бажен. св., пачка 4b | Туф | <1 мм прослой                   | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 255 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2713,97         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинистый            | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 256 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2714,53         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | <1 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т0a/b | UB0       | +  |    |    |    |               |
| 257 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2715,25         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 10 см серия 2 мм–1 см прослоев  | Глинист, окремненный | Т14   | UB 2      | +  |    |    |    |               |
| 258 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2717,10         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 24 см серия 1–4 мм прослоев     | Глинист, окремненный | Т13   | UB 1      | +  |    |    |    |               |
| 259 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2717,30         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 18 см серия 1–5 мм прослоев     | Глинист, окремненный | Т12   | UB 1      | +  |    |    |    |               |
| 260 | 96  | Северо-Островная   | 128     | 2717,50         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 4 см серия 1–3 мм прослоев      | Глинист, окремненный | Т11   | UB 1      | +  |    |    |    |               |
| 261 | 97  | Северо-Покалевская | 213     | 2789,84         |                 | бажен. св.           | Туф | 1 мм прослой                    | Глинистый            | Т3/Т4 | UB4       | +  |    | +  |    | [1]           |
| 262 | 98  | Северо-Покалевская | 2660    | 2818,57         | 2817,27         | бажен. св., пачка 5а | Туф | <1 мм прослой                   | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 263 | 98  | Северо-Покалевская | 2660    | 2824,38         | 2823,08         | бажен. св., пачка 4b | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 264 | 98  | Северо-Покалевская | 2660    | 2828,13         | 2826,63         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  | +  |    | [2], обр. №26 |
| 265 | 98  | Северо-Покалевская | 2660    | 2828,85–2828,98 | 2827,35–2827,48 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 13 см серия тонких прослоев     | Глинист, окремненный | Т1    | UB1 – UB0 | +  |    |    |    |               |
| 266 | 99  | Сороковская        | 55      | 2899,66         |                 | бажен. св.           | Туф |                                 | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    | +  |    | [1]           |
| 267 | 100 | Средне-Назмская    | 101     | 3009,85         | 3016,00         | бажен. св., пачка 4b | Туф | 2 мм прослой                    | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 268 | 101 | Средне-Назмская    | 101     | 3011,74         |                 | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 269 | 101 | Средне-Назмская    | 219-bis | 2734,23         | 2733,88         | бажен. св., пачка 4b | Туф | <2 мм прослой                   | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 270 | 101 | Средне-Назмская    | 219-bis | 2735,78         | 2737,43         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  |    |    |               |
| 271 | 102 | Средне-Назмская    | 230     | 2673,72         | 2673,72         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинистый            | Т0a/b | UB0       | +  | +  |    |    | [2], обр. №8  |
| 272 | 102 | Средне-Назмская    | 230     | 2673,87         | 2673,87         | бажен. св., пачка 4а | Туф | <2 мм прослой                   | Глинистый            | Т1    | UB1       | +  | +  |    |    | [2], обр. №32 |
| 273 | 103 | Средне-Назмская    | 233     | 2658,36         | 2653,71         | бажен. св., пачка 5а | Туф | 1–2 мм прослой                  | Глинист, пиритиз.    | Т3/Т4 | UB4       | +  | +  | +  |    | [2], обр. №40 |
| 274 | 103 | Средне-Назмская    | 233     | 2669,00         | 2666,35         | бажен. св., пачка 4а | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  | +  |    | [2], обр. №9  |
| 275 | 104 | Средне-Назмская    | 234     | 2805,51         | 2805,66         | бажен. св., пачка 4b | Туф | <2 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т2    | UB2       | +  | +  |    |    | [2], обр. №33 |
| 276 | 105 | Средне-Назмская    | 238     | 2746,57         | 2747,47         | бажен. св., пачка 5а | Туф | 1–2 мм прослой                  | Пиритизированный     | Т4    | UB4       | +  |    |    |    |               |
| 277 | 105 | Средне-Назмская    | 238     | 2746,90         | 2747,80         | бажен. св., пачка 5а | Туф | 1–2 мм прослой                  | Пиритизированный     | Т3    | UB4       | +  |    |    |    |               |
| 278 | 105 | Средне-Назмская    | 238     | 2750,56         | 2751,46         | бажен. св., пачка 5а | Туф | >1 мм прослой                   | Глинист, пиритиз.    | Т3a   | UB3       | +  |    |    |    |               |
| 279 | 105 | Средне-Назмская    | 238     | 2751,74         | 2752,64         | бажен. св., пачка 4b | Туф | 2 мм прослой                    | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 280 | 105 | Средне-Назмская    | 238     | 2753,49         | 2754,39         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 281 | 106 | Средне-Назмская    | 3000    | 2843,01         | 2840,01         | бажен. св., пачка 5а | Туф | 1 мм прослой                    | Глинистый            | Т3a   | UB3       | +  |    |    |    |               |
| 282 | 106 | Средне-Назмская    | 3000    | 2844,70         | 2841,70         | бажен. св., пачка 4b | Туф | 2 мм прослой                    | Глинист, пиритиз.    | Т2    | UB2       | +  |    |    |    | [2], обр. №12 |
| 283 | 107 | Средне-Назмская    | 3000    | 2846,05         | 2843,15         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинистый            | Т1    | UB1       | +  | +  | +  |    |               |
| 284 | 107 | Средне-Назмская    | 3001    | 2999,61         |                 | фр. прослой св.      | Туф | 3–4 мм прослой                  | Карбонатизированный  |       |           | +  | +  |    |    |               |
| 285 | 108 | Средне-Назмская    | 3002    | 3131,00         | 3128,30         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 286 | 109 | Средне-Назмская    | 3003    | 2803,15         | 2803,45         | бажен. св., пачка 4b | Туф | <2 мм прослой                   | Глинистый            | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 287 | 109 | Средне-Назмская    | 3003    | 2804,41         | 2804,71         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  |    |    |               |
| 288 | 110 | Средне-Назмская    | 3005    | 2851,67         | 2848,67         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  |    |    | [2], обр. №11 |
| 289 | 111 | Средне-Назмская    | 3007    | 2917,02         | 2914,82         | бажен. св., пачка 4b | Туф | <2 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т2    | UB2       | +  |    |    |    |               |
| 290 | 111 | Средне-Назмская    | 3007    | 2918,91         | 2916,71         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  |    |    |    |               |
| 291 | 112 | Средне-Назмская    | 3008    | 3016–3018       | 3016–3018       | бажен. св., пачка 4b | Туф | 2 мм прослой                    | Пиритизированный     | Т2    | UB2       | +  | +  |    |    | [2], обр. №34 |
| 292 | 113 | Средне-Назмская    | 3019    | 2710,77         | 2709,87         | бажен. св., пачка 4b | Туф | <2 мм прослой                   | Глинист, окремненный | Т2    | UB2       | +  | +  |    |    | [2], обр. №35 |
| 293 | 113 | Средне-Назмская    | 3019    | 2713,42         | 2709,87         | бажен. св., пачка 4a | Туф | 6–8 мм прослой                  | Глинист, окремненный | Т1    | UB1       | +  | +  | +  |    | [2], обр. №13 |
| 294 | 113 | Средне-Назмская    | 3019    | 2714,30         | 2710,75         | бажен. св., пачка 4a | Туф | <1 мм прослой                   | Глинистый            | Т0a/b | UB0       | +  |    |    |    |               |
| 295 | 114 | Средне-Назмская    | 1102    | 2808,49         | 2806,89         | бажен. св., пачка 5a | Туф | <1 мм прослой                   | Глинистый            | Т3a   | UB3       | +  |    |    |    |               |

Продолжение таблиц на следующей стр.



Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнюрских – нижнемеловых туфов и туффитов в кернах скважин Западной Сибири

| 1   | 2   | 3                      | 4    | 5               | 6               | 7                      | 8              | 9                                | 10                     | 11     | 12    | 13 | 14 | 15 | 16 | 17            |
|-----|-----|------------------------|------|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|--------|-------|----|----|----|----|---------------|
| 296 | 114 | Средне-Назмская        | 1102 | 2812,48         | 2810,88         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №10 |
| 297 | 114 | Средне-Назмская        | 1102 | 2812,65         | 2811,05         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 2 мм прослой                     | Глинистый              | Тоа/б  | UB0   | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №14 |
| 298 | 115 | Средне-Назмская        | 3034 | 2727,62         | 2722,42         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №36 |
| 299 | 116 | Средне-Назмская        | 3030 | 2885,77         | 2881,97         | бажен. св, пачка 4б    | Туф            | <2 мм прослой                    | Глинистый, шпиритиз.   | Т2     | UB2   | +  | +  | +  | +  |               |
| 300 | 116 | Средне-Назмская        | 3030 | 2888,43         | 2885,33         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  |               |
| 301 | 117 | Ташарская              | 4    | 2741,17         | 2742,00         | туф.гл. св, пачка 3-4  | Туффит         | <1 см прослой                    | Глинистый, окремненный |        |       | +  | +  | +  | +  |               |
| 302 | 118 | Толпаровская           | 2    | 2617,95         | 2618,05         | бажен. св, пачка 4а    | Туффит         | 5-8 мм серия тонких прослоев     | Глинистый, окремненный |        |       | +  | +  | +  | +  |               |
| 303 | 118 | Толпаровская           | 2    | 2618,30         | 2618,40         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | >2 мм прослой                    | Глинистый              | ?Т1    | ? UB1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 304 | 119 | Торпелская             | 709  | 2726,93         |                 | туф.гл. св.            | Туф            |                                  | Глинистый              |        |       | +  | +  | +  | +  | [1]           |
| 305 | 120 | Турмелская             | 1    | 2727,18         | 2729,68         | туф.гл. св, пачка 4б   | Туф            | <2 мм прослой                    | Глинистый              | Т2     | UB2   | +  | +  | +  | +  |               |
| 306 | 121 | Ураловская             | 303  | 2544,14         | 2545,69         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | >1 мм прослой                    | Глинистый              | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  |               |
| 307 | 121 | Ураловская             | 303  | 2544,25         | 2545,80         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | <1 мм прослой                    | Глинистый              | Т0б    | UB0   | +  | +  | +  | +  |               |
| 308 | 121 | Ураловская             | 303  | 2544,74         | 2546,29         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | <1 мм прослой                    | Глинистый              | Т0а    | UB0   | +  | +  | +  | +  |               |
| 309 | 121 | Ураловская             | 303  | 2545,55         | 2547,10         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 5 мм прослой                     | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 310 | 121 | Ураловская             | 303  | 2545,61         | 2547,16         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 2 мм прослой                     | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 311 | 122 | Урьевская              | 7761 | 2737,15         | 2738,15         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, карбонатиз. | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  |               |
| 312 | 122 | Урьевская              | 7761 | 2737,97         | 2738,97         | бажен. св, пачка 4а    | Туффит         | 7 см серия тонких прослоев       | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 313 | 122 | Урьевская              | 7761 | 2739,13         | 2740,13         | бажен. св, пачка 4а    | Туффит         | 4-5 мм серия тонких прослоев     | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 314 | 122 | Урьевская              | 7761 | 2739,58-2739,67 | 2740,38-2740,67 | бажен. св, пачка 4а    | Туффит         | 9 см серия 1-6 мм прослоев       | Глинистый, окремненный | Т13    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 315 | 122 | Урьевская              | 7761 | 2739,70-2739,77 | 2740,70-2740,77 | бажен. св, пачка 4а    | Туффит         | 7-8 см серия 1-6 мм прослоев     | Глинистый, окремненный | Т12    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №50 |
| 316 | 122 | Урьевская              | 7761 | 2739,98         | 2740,98         | бажен. св, пачка 4а    | Туффит         | <5 см серия 1 мм прослоев        | Глинистый, окремненный | Т11    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 317 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2253,91         | 2252,41         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 1 см прослой                     | Глинистый, однородный  | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  |               |
| 318 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2254,61         | 2253,11         | бажен. св, пачка 4а    | Туф или туффит | <2 мм прослой                    | Глинистый              | Тоа/б  | UB0   | +  | +  | +  | +  |               |
| 319 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2255,08         | 2253,58         | бажен. св, пачка 3-4а  | Туффит         | 4 см мм прослой                  | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 320 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2255,29         | 2253,79         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 1-2 мм мм прослой                | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 321 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2255,40         | 2253,90         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 4 мм мм прослой                  | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 322 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2258,22         | 2257,32         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | >10 см серия тонких прослоев     | Глинистый, окремненный | Т13    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 323 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2258,41         | 2257,51         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 6 см серия 1-4 мм прослоев       | Глинистый, окремненный | Т12    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 324 | 123 | Усть-Силинская         | 30   | 2258,56         | 2257,66         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 11 см серия 1 мм прослоев        | Глинистый, окремненный | Т11    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 325 | 124 | Усть-Силинская         | 31   | 2253,13         |                 | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | >8 см серия тонких прослоев      | Глинистый, окремненный | Т13    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 326 | 124 | Усть-Силинская         | 31   | 2253,24         |                 | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 3-4 см серия 1-4 мм прослоев     | Глинистый, окремненный | Т12    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 327 | 124 | Усть-Силинская         | 31   | 2253,64         |                 | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | <2 см серия тонких прослоев      | Глинистый, окремненный | Т11    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №5  |
| 328 | 125 | Центральная            | 1    | 2615,05         | 2620,55         | туф.гл. св, пачка 4а   | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  |               |
| 329 | 126 | Центральная-Алымская   | 2    | 2561,10         | 2553,90         | бажен. св, пачка 3-4   | Туффит         | 15 см серия тонких(1-2 мм) слоев | Глинистый, окремненный | Т3/Т4  | UB4   | +  | +  | +  | +  |               |
| 330 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2845,18         | 2839,88         | бажен. св, пачка 5а-5б | Туф            | 1-2 мм прослой                   | Глинистый, шпиритиз.   | Т3а    | UB3   | +  | +  | +  | +  |               |
| 331 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2853,05         | 2848,75         | бажен. св, пачка 5а    | Туф            | 1 мм прослой                     | Глинистый              | Т4     | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 332 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2856,43         | 2852,13         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 12-13 см серия 1-4 мм слоев      | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 333 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2856,68         | 2852,38         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 3-4 мм прослой                   | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 334 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2857,23         | 2852,93         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 3 мм прослой                     | Глинистый, окремненный | Т14    | LB, 2 | +  | +  | +  | +  |               |
| 335 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2858,00         | 2853,70         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 19 см серия 1-5 мм прослоев      | Глинистый, окремненный | Т13    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 336 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2858,30         | 2854,00         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 11 см серия 1-4 мм прослоев      | Глинистый, окремненный | Т12    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 337 | 127 | Чапровская / Приобская | 8337 | 2858,47         | 2854,17         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 5 см серия 1-4 мм прослоев       | Глинистый, окремненный | Т11    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 338 | 128 | Шипинская              | 2    | 2647,31         | 2647,31         | бажен. св, пачка 3     | Туф или туффит | <1 мм прослой                    | Глинистый              | ?Т0а/б | ? UB0 | +  | +  | +  | +  |               |
| 339 | 128 | Шипинская              | 2    | 2647,50         | 2647,70         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | 18 см серия 1-2 мм прослоев      | Глинистый, окремненный | Т13    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 340 | 128 | Шипинская              | 2    | 2647,69         | 2647,89         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | >9 см серия 1-2 мм прослоев      | Глинистый, окремненный | Т12    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 341 | 128 | Шипинская              | 2    | 2647,84         | 2648,04         | бажен. св, пачка 3     | Туффит         | >1 см серия тонких прослоев      | Глинистый, окремненный | Т11    | LB, 1 | +  | +  | +  | +  |               |
| 342 | 129 | Южно-Галиновская       | 19   | 2643,16         | 2643,86         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, шпиритиз.   | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  |               |
| 343 | 130 | Южно-Галиновская       | 20   | 2633,50         |                 | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | >1 мм прослой                    | Глинистый              |        |       | +  | +  | +  | +  |               |
| 344 | 131 | Южно-Галиновская       | 502  | 2747,90         | 2744,30         | бажен. св, пачка 4а    | Туф            | 6-8 мм прослой                   | Глинистый, однородный  | Т1     | UB1   | +  | +  | +  | +  | [2], обр. №20 |
| 345 | 132 | Южно-Майская           | 413  | 2929,40         | 2921,00         | бажен. св, пачка 5а    | Туф или туффит | 1-2 мм прослой                   | Глинистый, окремненный | ?Т3а   | ? UB3 | +  | +  | +  | +  |               |
| 346 | 132 | Южно-Майская           | 413  | 2938,02         | 2929,62         | бажен. св, пачка 4б    | Туф или туффит | 2 мм прослой                     | Глинистый, окремненный | ?Т12   | ? UB2 | +  | +  | +  | +  |               |

Продолжение таблицы на следующей стр.

Таблица 1: (продолжение) Каталог находок верхнеюрских – нижнемеловых туфов и туффитов в кернах скважин Западной Сибири

| 1   | 2   | 3                | 4   | 5               | 6               | 7                        | 8              | 9                            | 10                    | 11     | 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17                   |
|-----|-----|------------------|-----|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|--------|------------|----|----|----|----|----------------------|
| 347 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2940,40         | 2932,00         | базенов. св., пачка 4а   | Туф или туффит | 2 см прослой                 | Глинист, пиритиз.     | П1     |            |    |    |    |    |                      |
| 348 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2940,50         | 2932,10         | базенов. св., пачка 4а   | Туф или туффит | <2 мм прослой                | Глинист, окремененный | ?Т0б   | UB1        | +  |    |    |    |                      |
| 349 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2940,82         | 2932,42         | базенов. св., пачка 4а   | Туф или туффит | <1 мм прослой                | Глинист, окремененный | ?Т0а   | ? UB0      | +  |    |    |    |                      |
| 350 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2941,02         | 2932,62         | базенов. св., пачка 4а   | Туффит         | 5 мм серия тонких прослоев   | Глинист, окремененный |        | UB 1 – UB0 | +  |    |    |    |                      |
| 351 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2943,61         | 2935,21         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 3–4 мм прослой               | Глинист, окремененный | ТТ3    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 352 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2943,93         | 2935,53         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 3–4 мм прослой               | Глинист, окремененный | ТТ3    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 353 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2944,48         | 2936,08         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 3 см серия тонких прослоев   | Глинист, пиритиз.     | ТТ3    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 354 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2944,79         | 2936,39         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 14 см серия тонких прослоев  | Глинист, окремененный | ТТ2    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 355 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2944,96         | 2936,56         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 10 см серия тонких прослоев  | Глинист, окремененный | ТТ2    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 356 | 132 | Южно-Майская     | 413 | 2945,33         | 2936,93         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 15 см серия тонких прослоев  | Глинист, окремененный | ТТ1    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 357 | 133 | Южно-Покамовская | 66  | 2918,79         |                 | базенов. св.             | Туф            |                              | Глинистый             |        |            |    |    | +  |    | [1]                  |
| 358 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2669,37         | 2667,37         | базенов. св., пачка 4а   | Туф или туффит | 1–2 мм прослой               | Глинист, окремененный |        |            | +  |    |    |    |                      |
| 359 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2669,81         | 2667,81         | базенов. св., пачка 4а   | Туф или туффит | 1–2 мм прослой               | Глинист, окремененный |        |            | +  |    |    |    |                      |
| 360 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2670,04         | 2668,04         | базенов. св., пачка 4а   | Туффит         | 3–4 мм прослой               | Глинистый             |        |            | +  |    |    |    | [2], на рис.12 (а,б) |
| 361 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2670,18         | 2668,18         | базенов. св., пачка 4а   | Туф или туффит | 5–6 мм прослой               | Глинистый             | ТТ1    | UB1        | +  |    |    |    |                      |
| 362 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2671,60         | 2669,60         | базенов. св., пачка 3    | Туф или туффит | <1 мм прослой                | Глинист, окремененный | ТТ0а/б | ? UB0      | +  |    |    |    |                      |
| 363 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2671,70–2671,90 | 2669,70–2669,90 | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 20 см серия тонких прослоев  | Глинист, окремененный | ТТ3    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 364 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2672,00         | 2770,00         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 8 см серия тонких прослоев   | Глинист, окремененный | ТТ2    | UB 1       | +  |    |    |    | [2], на рис.12 (б,г) |
| 365 | 134 | Южно-Шингилская  | 3   | 2672,18         | 2670,18         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 1–2 см серия тонких прослоев | Глинист, окремененный | ТТ1    | UB 1       | +  |    |    |    |                      |
| 366 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2816,89         | 2815,39         | базенов. св., пачка 5    | Туф или туффит | 2–3 мм прослой               | Глинистый             |        |            |    |    |    |    |                      |
| 367 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2824,33         | 2822,83         | базенов. св., пачка 5а   | Туф            | <2 мм прослой                | Глинистый             | Т3/Т4  | UB4        | +  |    |    |    |                      |
| 368 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2834,19         | 2832,69         | базенов. св., пачка 3–4а | Туф            | 6–8 мм прослой               | Глинист, однородный   | ТТ1    | UB1        | +  |    |    |    |                      |
| 369 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2834,61         | 2833,11         | базенов. св., пачка 3    | ?Туф           | Тонкий (<1 мм) прослой       | Глинистый?            | Т0б    | UB0        | +  |    |    |    |                      |
| 370 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2835,13         | 2833,63         | базенов. св., пачка 3    | Туф            | Тонкий (1 мм) прослой        | Глинистый             | Т0а    | UB0        | +  |    |    |    |                      |
| 371 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2835,81         | 2834,31         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 5 мм прослой                 | Глинист, окремененный | ТТ4    | UB 2       | +  |    |    |    |                      |
| 372 | 135 | Южно-Ятунская    | 304 | 2836,12         | 2834,62         | базенов. св., пачка 3    | Туффит         | 5 мм прослой                 | Глинист, окремененный | ТТ4    | UB 2       | +  |    |    |    |                      |
| 373 | 136 | Яркая            | 177 | 2892,00         |                 | базенов. св.             | Туф            |                              | Глинистый             |        |            |    |    | +  |    | [1]                  |

свит, а также в подошвенных и самых углеродистых частях фроловской свиты, залегающей на баженовских отложениях в районе западного борта Фроловской мегавпадины. Таким образом, фиксируется приуроченность туфогенных прослоев к интервалам разреза с наиболее низкими скоростями седиментации. Самые первые прослои с пирокластическим веществом появляются в баженовской пачке 3, то есть именно с того интервала разреза, где по биостратиграфическим данным фиксируется снижение темпов седиментации (на 1–4 м (в среднем) толщугу высокоуглеродистых глинистых радиоляритов и силицитов приходится интервал аммонитовых зон *Laugeites groenlandicus* (верхи) – *Epilaugeites vogulicus* – (частично) *Praechetaites exoticus*) [Панченко, 2021; Панченко и др., 2021]. Ни в одном из случаев пирокластический материал не обнаружен в нижележащей баженовской пачке 2b, схожей по литологическим особенностям с пачкой 3 (преобладание радиоляритов, но с меньшим содержанием глинистых минералов и ОВ), и сформированной, видимо, значительно быстрее (толще радиоляритов и силицитов мощностью 4–5 м (в среднем) отвечают верхи аммонитовой зоны *Dorsoplanites maximus* – низы зоны *Laugeites groenlandicus*).

Всего в изученном интервале выявлено минимум 14 стратиграфических уровней с наличием пирокластического материала. Из них нижние 4 сложены преимущественно туффитами, следующие 2 вышележащих – туфами и/или туффитами, и верхние 8 (из них два – в низах фроловской свиты) – преимущественно туфами, редко переходящими по латерали в туффиты. Ниже приводится описание всех выявленных туфовых и туффитовых уровней снизу вверх по разрезу.

#### 4.1 Описание последовательности туфовых и туффитовых прослоев

Общая генерализованная последовательность туфогенных прослоев в баженовской и тутлеймской свитах, а также нижней части фроловской свиты представлена в табл. 2 и на рис. 12.

##### Баженовская и тутлеймская свиты

**ТТ1.** Самые нижние прослои с пирокластическим материалом на изученной территории повсеместно представлены серией тонких туффитовых слоев (рис. 2), тяготеющих к пачке 3. Они имеют небольшую мощность: вся туффитовая серия составляет обычно 3–5 см, реже достигает 15 см. Для туфогенного прослоя ТТ1 очень характерна четкая градиционная текстура с убыванием снизу вверх количества пирокластического

материала. Подошва прослоя резкая и отчетливая, подчеркнутая максимальным скоплением измененной пирокластической крошки. Кровля постепенная и часто угадывается с трудом за счет исключительно плавного перехода во вмещающие осадочные породы. В УФ свете ТТ1 выражен слабо, умеренно интенсивная люминесценция отмечается в подошвенной части и убывает кверху туффитовой серии, подчеркивая распределение туфогенного материала. Иногда в УФ не проявлен вовсе.

**ТТ2.** Второй снизу туфогенный прослой также представлен туффитовой серией, сложенной тонкими слоями, мощностью от первых мм до 0,5–1 см. Преимущественно отмечается в пачке 3, изредка – в пачке 4а. Мощность всей туффитовой серии составляет от 3 до 20 см, в среднем (и чаще всего) 8–11 см. ТТ2 – это наиболее ярко выраженная туффитовая серия из всех, с характерным специфическим строением (рис. 2). В основании серии резкая подошва, сразу выше которой наблюдается наибольшее скопление измененного пирокластического материала. Здесь присутствуют наиболее частые и одновременно с этим мощные слои туффитов. Выше наблюдается градиционное сокращение туфогенного материала и увеличивается содержание фоновой осадочной породы, а еще выше следует обратная картина, с постепенным увеличением количества пирокластических слоев и туфогенного материала в них. Часто кровля ТТ2 фиксируется слоем туффита, заметно обогащенным пирокластикой.

Другой характерной особенностью ТТ2 является очень яркая, чаще всего наиболее яркая люминесценция в УФ среди всех наблюдаемых туффитовых серий. По этой причине в ТТ2 предполагается более высокая концентрация туфогенного вещества, чем в ТТ1. Особенности морфологии и выражения в УФ позволяют уверенно идентифицировать данную туффитовую серию.

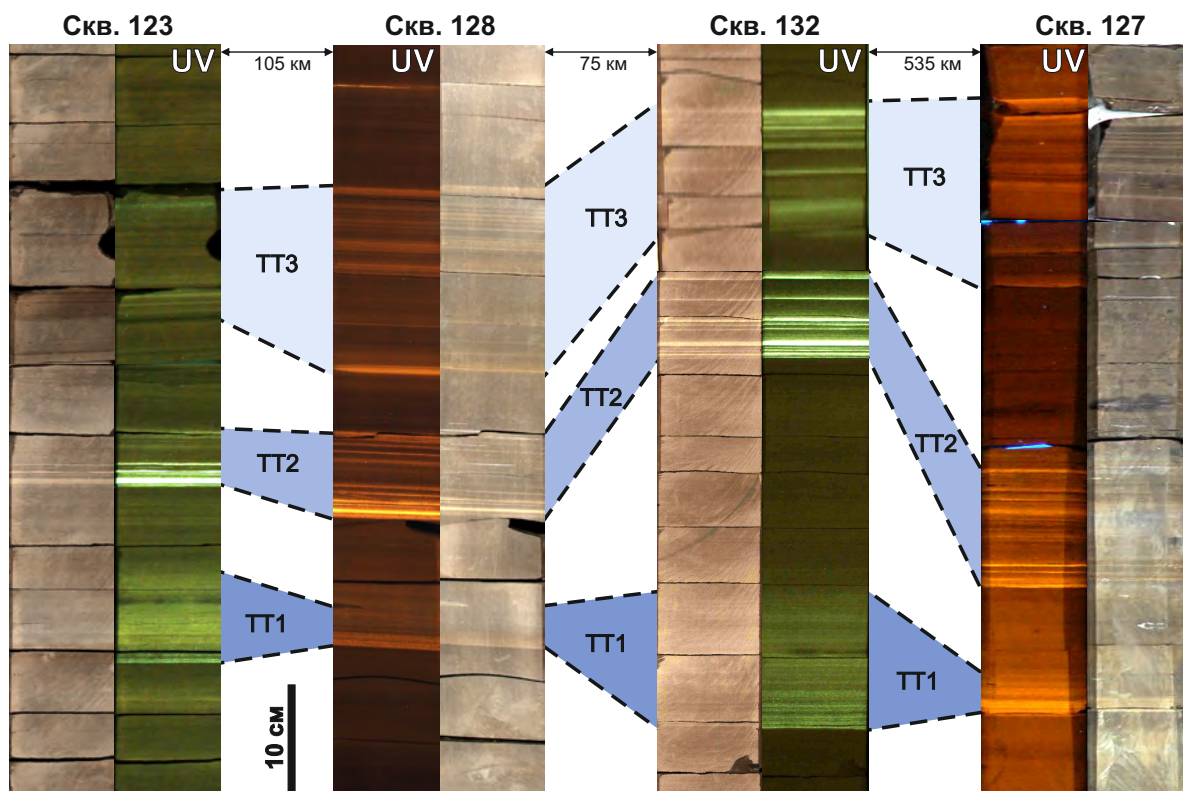
Туффитовые серии ТТ2 и ТТ1 близко расположены друг к другу (от 5 до 40 см по мощности), но всегда отделены интервалом без видимых признаков пирокластического материала.

**ТТ3.** Данный туфогенный прослой повсеместно представлен туффитовой серией, отличной по особенностям строения от нижележащих. Встречается в пачке 3 и редко – в 4а. Мощности туффитовых слоев от 1 мм до 3–4 см; вся туффитовая серия достигает 9–24 см. Чаще всего наблюдается резкая и выраженная подошва, обусловленная скоплением туфогенного материала в слое мощностью 1–2 см. Выше этого слоя преобладает фоновая осадочная порода, в которой градиционно снизу вверх растет количество туффитовых слоев и их насыщенность пирокластическим

**Таблица 2:** Генерализованная стратиграфическая последовательность пирокластических прослоев в верхнеюрском – нижнемеловом черносланцевом интервале Западной Сибири

| Стратиграфия            | Субрегиональный пирокластический уровень и его биостратиграфический возраст | Индекс туфогенного прослоя   | Морфологическое выражение   | Литостратиграфическая приуроченность     | Краткая характеристика   | Частота встречаемости   | Расстояние (мощность вмещающей осадочной породы) между прослоями  |
|-------------------------|---|--|---|--|--|---|---|
| нижний валанжин         | -   | -  | 3-4 мм прослой туфов  | Фроловская свита                         | Сероцветные глинистые слои                                     | Обнаружен единичный туфовый прослой полностью карбонатизированный.  | 1 скв. (№ 107)  |
|                         | 8   | LF1<br>K <sub>1</sub> vn <sub>1</sub><br>Neotollia klimovskensis                         | 1 мм прослой туфов  |  | Подожженные высокоуглеродистые слои                            | Тонкий туфовый уровень в подошве фроловской свиты. Кальцитизированные и пиритизированные прослои с люминисценцией в УФ подобно баженским туфам.   | 4 скв. (№№ 4, 23, 26, 28)   |
|                         | -   | -  | 2-3 мм прослой туфов или туффитов   |  | Пачка 5b (срединные слои)                                      | Встречен единичный прослой туфов или туффитов, отчетливый и ровный, значительно выше уровня ТЗ-Т4. Глинистый, ярко люминесцирует.   | 1 скв. (№ 1)  |
| рязанский ярус          | 7   | UB4<br>K <sub>1</sub> rz<br>Tollia tolli – Bojarkia mesezhnikowi – Surites subanalagus   | < 1-2 мм прослой туфов  | Баженская свита / нижнетульская подсвита | Верхняя и кровельная часть пачки 5a, граница пачек 5a-5b.      | Систематически отмечаемые отчетливые тонкие туфовые прослои, мощностью 1-2 мм, всегда близкорасположенные друг к другу в разрезе (в пределах 0,5 м). Верхний (Т4) более отчетливый и мощный. Глинистые и часто пиритизированные. Обычно ярко люминесцируют.   | В совместном нахождении установлены более чем в 13 скв. Только один из двух прослоев - еще минимум 15 скв.                                |
|                         |   |  | < 1 мм прослой туфов  |  | Пачка 5a значительно выше интервала скоплений бухий            |   | от 1,7 м до 3,7 м   |
|                         | 6   | UB3<br>K <sub>1</sub> rz<br>Hectoroceras kochi   | < 2 мм прослой туфов  |  | Пачка 5a, подошвенные слои и в интервале скоплений бухий       | Вполне уверенно диагностируемый тонкий туфовый прослой. Мощность <1-2 мм. Похож на ниже- и выше- лежащие прослои. Глинистый, пиритизированный, обычно ярко люминесцирует.   | 18 скв. (№№ 2, 4, 35, 36, 38, 39, 55, 58, 59, 67, 71, 72, 81, 85, 105, 106, 114, 127)   |
|                         | 5   | UB2<br>K <sub>1</sub> rz<br>Praetollia maynci  | < 2 мм прослой туфов, изредка переходящий в туффиты мощностью до 5 мм   |  | Встречен только в пределах пачки 4b, в интервале с иноцерамами | Второй по частоте встречаемости и отчетливости туфовый слой, мощностью в среднем около 2 мм, как правило, глинистый, реже пиритизированный. Обычно ярко люминесцирует.  | Установлен более чем в 31 скважине  |
|                         | 4   | UB1<br>J <sub>3</sub> v <sub>2-3</sub><br>Praechetaites exoticus                         | 6-8 мм прослой туфов, в редких случаях переходящих в туффиты, мощностью от 2-3 см до туффитовой серии 6-7 см и более        |  | Преимущественно однородные силициты пачки 4a, реже пачка 3     | Самый мощный (5-12 мм, в среднем 6-8 мм) и уверенно распознаваемый туфовый прослой бурого цвета, преимущественно глинистый, реже окварцованный, обычно очень ярко люминесцирует.  | Установлен более чем в 73 скважинах   |
| средневалжский подъярус | 3   | UB0<br>J <sub>3</sub> v <sub>2-3</sub><br>Praechetaites exoticus                         | < 1 мм (редко до 2 мм) прослой чаще туфов, реже туффитов  | Баженская свита / нижнетульская подсвита | Пачка 3-4a   | Близкорасположенные очень тонкие и слабо-различимые слои туфов и/или туффитов, отмечаемые эпизодически. Обычно глинистые, пиритизированные, аналогичны выше- лежащим прослоям Т2, Т3a, Т3 и Т4. Верхний (Т0b) более тонкий и менее отчетливый, расположен непосредственно (до 1 м) под Т1. Нижний (Т0a) определяется чаще и увереннее, за счет большей мощности, расположен выше туффитовых серий, на разном расстоянии от них. Люминесцируют по аналогии с Т1. | В совместном нахождении - более чем в 9 скв. (№№ 33, 45, 46, 49, 59, 62, 94, 121, 135). Только один из двух прослоев - еще минимум 7 скв. |
|                         |   |  | < 1 мм прослой чаще туфов, реже туффитов  |  |  |   | от 23 см до 76 см   |
|                         | 2   | LB2<br>J <sub>3</sub> v <sub>2</sub><br>Praechetaites exoticus – Lauegites groenlandicus | Разрозненные и обособленные туффитовые прослои, мощностью 0,5-5 см, реже 5-15 см серии тонких слоев невыдержанного строения |  | Пачка 3-4a   | В данном уровне объединены 3-5 прослоя бурых туффитов с неустойчивой морфологией и мощностью, обособленных и разобщенных вмещающей породой. Серии туффитовых слоев отмечаются реже и спорадически. Плохо выдержанное строение. Характерны волнистые границы и линзовидный облик отдельных прослоев. Слабая люминесценция или ее отсутствие.   | Установлен более чем в 13 скв. (№№ 6, 38, 49, 62, 65, 75, 94, 96, 121-123, 127, 135)  |
|                         |   |  |   |  |  |   | от 45 см до 1,9 м   |
|                         | 1   | LB1<br>J <sub>3</sub> v <sub>2</sub><br>Epilauegites vogulicus – Lauegites groenlandicus | 9-24 см туффитовая серия. Преобладает обратная градиционная последовательность  |  | Преимущественно пачка 3, редко пачка 4a                        | Туффитовая серия вариативной мощности, со слоями 1 мм - 4 см, в разной степени насыщенных измененной пирокластикой. Содержание туфогенного материала растет к кровле серии, подчеркивая ее. В УФ проявлена слабо.   | Более чем в 12 скв. (№№ 6, 49, 62, 67, 96, 122-124, 127, 128, 132, 134)   |
|                         |   |  | 3-20 (чаще 8-11) см туффитовая серия с нормальной и обратной градицией  |  |  | Самая яркая в УФ и наиболее отчетливо выраженная в керне туффитовая серия с характерным строением: снизу вверх наблюдается переход от нормального градиционного до обратного.   | Установлены более чем в 14 скв. (№№ 6, 34, 49, 61, 67, 87, 96, 122-124, 127, 128, 132, 134)   |
|                         |   |  | 2-15 (чаще 3-5) см туффитовая серия. Нормальная градиционная последовательность   |  |  | Туффитовая серия с четким нормальным градиционным строением, ярко выраженной ровной подошвой, переходной кровлей. Слабое и неотчетливое выражение в УФ на фоне вмещающих пород  | от 5 до 40 см   |





**Рис. 2:** Общий вид в керне нижних туфогенных прослоев (ТТ1, ТТ2, ТТ3), представленных сериями туфитовых слоев: характер их морфологии, интенсивности люминесценции, выдержанность в межскважинном пространстве. UV – ультрафиолетовый свет.

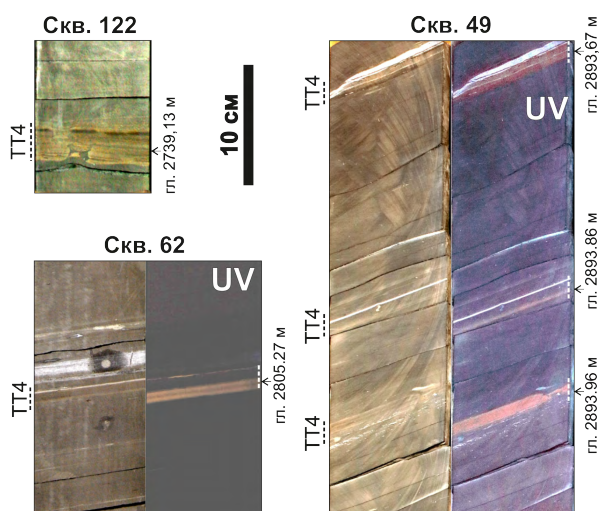
ским материалом. Наибольшее скопление туфогенного материала приурочено к кровле туффи-

товой серии ТТ3, что позволяет легко фиксировать ее в керне (рис. 2).

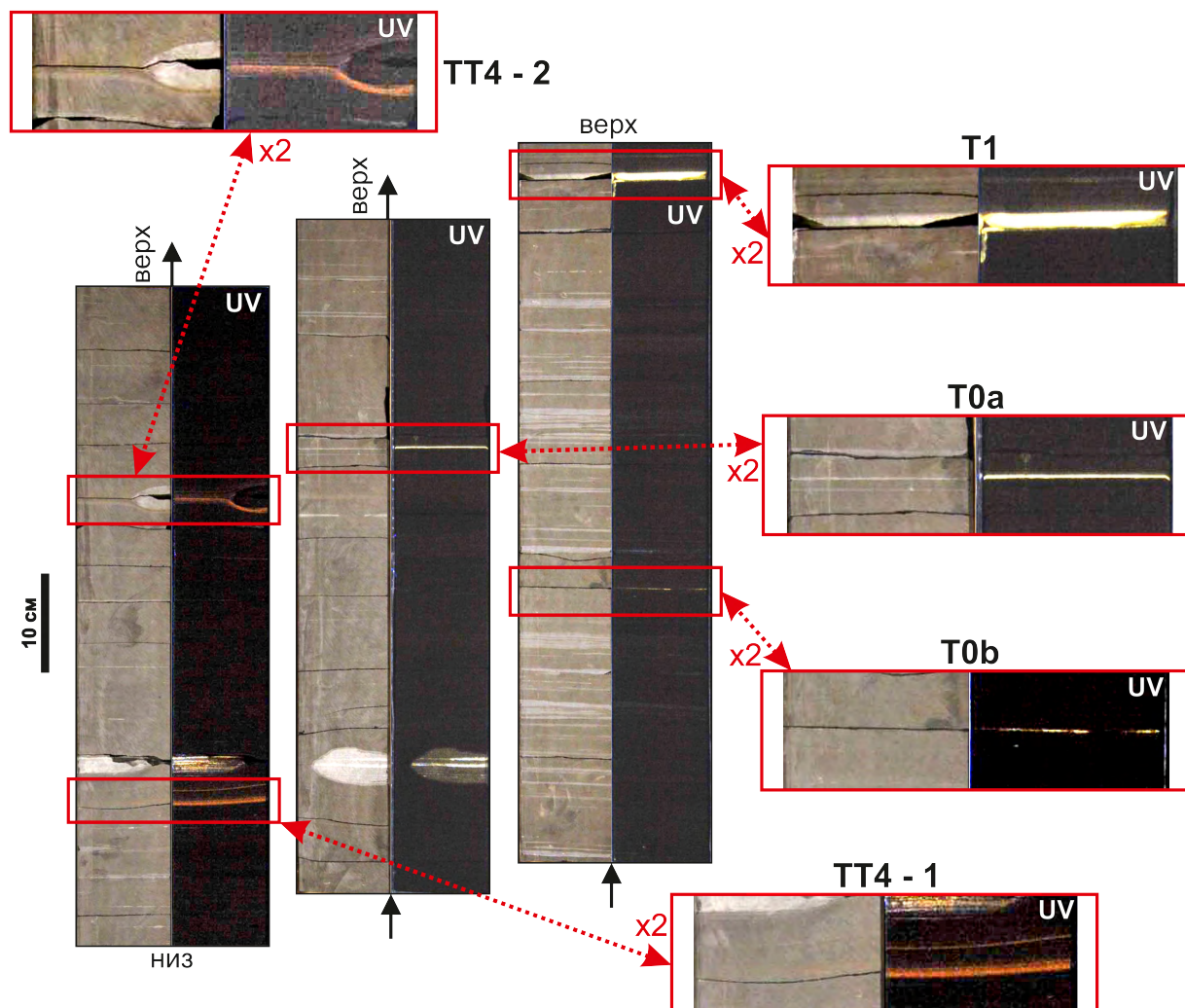
Как и у нижележащих ТТ1 и ТТ2 в данной серии особенности строения сохраняются на протяжении многих десятков и сотен км (рис. 2), однако не так устойчиво. Большей вариации подвержены мощность и люминесценция. Последняя проявлена слабо, иногда не наблюдается. Наибольшей интенсивностью свечения в УФ обладают подошвенный 1–2 см слой и кровельная часть серии, что соотносится с распределением туфогенного материала.

Прослой ТТ3 расположен близко к ТТ2 (10–38 см), но отделен от него интервалом породы без признаков туфогенного вещества.

Туфитовые серии ТТ1–ТТ3 преимущественно отмечены в баженовской пачке 3 (высокоуглеродистой кремневой линзовидной), часто в непосредственной близости от ее подошвы. В единичных случаях (скв. 96 и 122, расположенные в относительной близости) эти серии встречаются в пачке 4а. По сопоставлению биостратиграфических и литостратиграфических данных возраст ТТ1–ТТ3 можно оценить как средневолжский



**Рис. 3:** Общий вид в керне туфогенных прослоев ТТ4: линзовидные бурые туфитовые разности (скв. 49, 122), реже – серии тонких туфитовых слоев (скв. 62). UV – ультрафиолетовый свет.



**Рис. 4:** Общий вид в керне туфогенных прослоев TT4, T0a, T0b, T1 в разрезе скважины 135.  
UV – ультрафиолетовый свет.

(аммонитовые зоны *Laugeites groenlandicus* – *Epilaugeites vogulicus*), что следует из ранее полученных выводов [Панченко и др., 2021] и подтверждается новыми материалами исследований (рис. 10, 11).

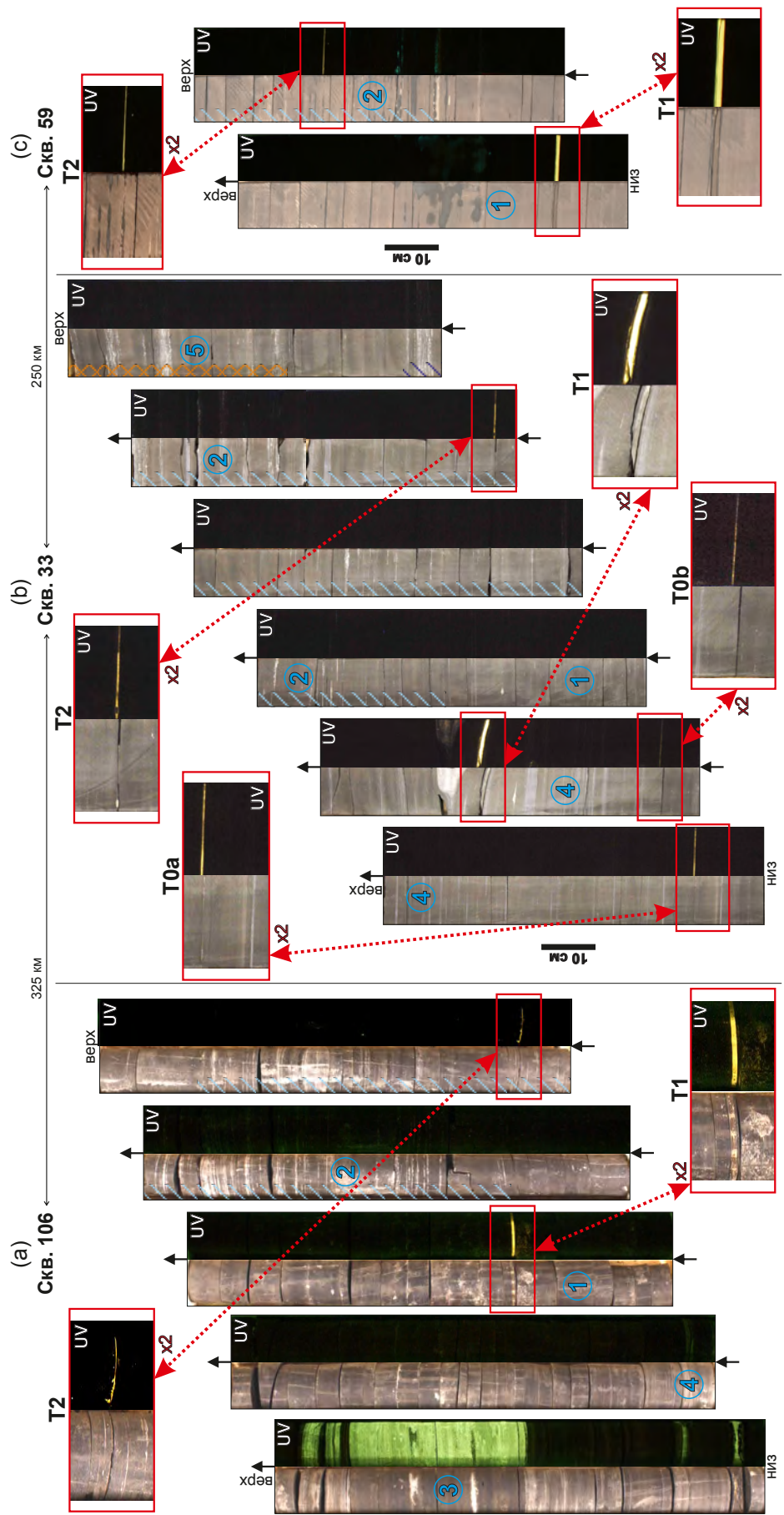
**ТТ4** представляет собой условно выделенный интервал разреза с разобитыми прослоями характерного облика туффитов, количество которых непостоянно и достигает от трех до пяти (соответственно, это прослои ТТ4-1, ТТ4-2, ..., ТТ4-5). Суммарно этот интервал в среднем составляет около 1 м, может варьироваться от первых десятков сантиметров до первых метров. В отличие от нижележащих прослоев ТТ1–ТТ3, здесь туффиты встречаются и сериями, и отдельными одиночными прослоями с неустойчивой морфологией и мощностью (рис. 3, 4). Одиночные слои туффитов имеют мощность 0,4–3 см, градационное строение в них прослежива-

ется слабо и не всегда. Серии туффитовых слоев отмечаются реже и спорадически. Характерны резкие, но волнистые границы и линзовидный облик отдельных прослоев. Может присутствовать очень слабая люминесценция, часто она не наблюдается.

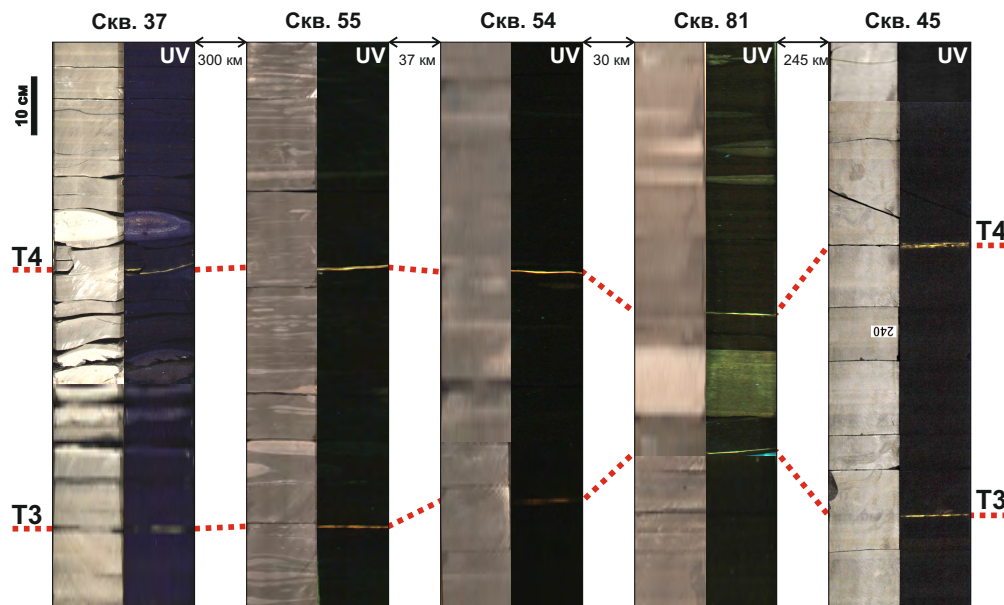
Туфогенные прослои ТТ4 имеют характерные черты, отличающие их от прослоев ТТ1–ТТ3, но между собой отдельные прослои ТТ4 трудно различимы. В межскважинном пространстве их прослеживаемость неустойчивая.

Линзовидность и волнистость отдельных прослоев может указывать на частичный перемык туфогенного вещества. С этим согласуются относительно невысокие концентрации туфогенного материала и неотчетливость градационного строения, вплоть до его отсутствия. Возможно, этим же объясняется неустойчивость их морфологии и латеральной прослеживаемости.





**Рис. 5:** Общий вид туфовых прослоев T0a, T0b, T1 и T2 на примере керн скв. 106 (a), 33 (b) и 59 (c). Синими цифрами в кружках обозначены разновидности пород: 1 – силициты глинистые высокоуглеродистые однородные, 2 – силициты со скоплениями раковин *Moscatinus* (выделены голубой штриховкой), 3 – радиоляриты вторично доломитизированные и нефтенасыщенные, 4 – тонкие прослои серых радиоляритов в силицитах высокоуглеродистых глинистых, 5 – силициты малоуглеродистые со скоплениями раковин *Bachia* (выделены оранжевой штриховкой). UV – ультрафиолетовый свет.



**Рис. 6:** Общий вид туфовых прослоев Т3 и Т4 в керне скважин и их корреляционная выдержанность. UV – ультрафиолетовый свет.

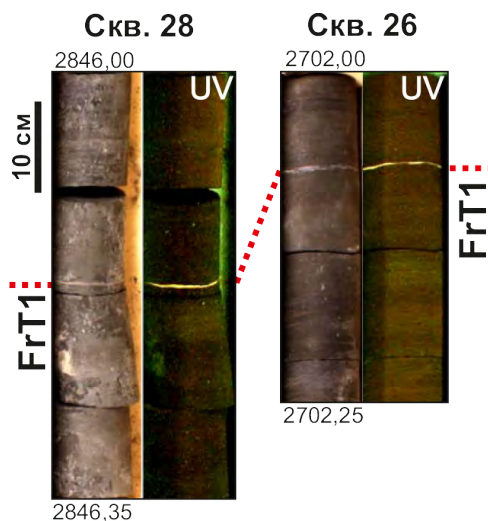
Прослои ТТ4 в равной степени встречены в пачках 3 (высокоуглеродистой кремневой линзовидной) и 4а (высокоуглеродистой однородной), в целом их литостратиграфическую приуроченность можно соотнести с пограничным интервалом этих пачек, что в совокупности с биостратиграфическими данными позволяет оценить возрастной диапазон ТТ4 в достаточно ши-

роком интервале: от аммонитовой зоны *Laugeites groenlandicus* до *Praechetaites exoticus* средне-волжского подъяруса.

Удаленность ТТ4 от ТТ3 обычно достигает более 1,5 м, варьируется от 45 см до 1,9 м.

Состав туфогенных слоев в туффитовых сериях ТТ1, ТТ2, ТТ3 и туффитов ТТ4 схож и отвечает окремненному и/или глинистому вторично развитому веществу. Окремнение характерно для прослоев, пространственно ассоциирующих с радиоляритами (преимущественно пачка 3), существенно глинистые туфогенные разности отмечаются в глинистых силицитах пачки 4а. Кроме того, в туффитовых сериях часто присутствует ОВ, причем в высокой и очень высокой концентрации (10–40%) за счет альгинитовой составляющей [Булатов и др., 2021; Шалдыбин и др., 2018; Bulatov и др., 2021]. Слои с повышенным содержанием ОВ не имеют приуроченности к определенным стратиграфическим интервалам и не связаны со строением туффитовых прослоев.

**Т0а.** Представлен тонким (до 1–2 мм) прослоем туфов, реже туффитов (рис. 4, 5). Границы отчетливые. Обычно прослой сложен бурым глинистым веществом, иногда пиритизированным. В керне Т0а выделяется вполне уверенно при детальном просмотре. В УФ ярко люминесцирует желтым и оранжевым. Расстояние до прослоя ТТ4 в разных разрезах составляет от 23 см до 2,8 м.



**Рис. 7:** Общий вид прослоя туфов FrT1 в керне скважин (подошвенная часть фроловской свиты). UV – ультрафиолетовый свет.

**T0b.** Прослой мощностью до 1 мм (редко до 2 мм) туфов, реже туффитов. По всем признакам аналогичен нижележащему T0a, но, как правило, T0b менее отчетливый за счет меньшей мощности. В керне выделяется в основном посредством УФ за счет интенсивной люминесценции (рис. 4, 5).

Прослои T0a и T0b ранее нами не отмечались, либо идентифицировались ошибочно. Они расположены близко друг к другу (23–76 см), тяготеют к границе пачек 3 и 4а, чаще располагаясь в пачке 4а. Во вмещающей породе между этими прослоями в нескольких случаях обнаружены аммониты *Praechetaites exoticus* и *P. tenuicostatus* (рис. 8, 10, 11), что позволяет датировать оба этих прослоя зоной *Praechetaites exoticus*.

**T1.** Наиболее уверенно распознаваемый, чаще всего отмечаемый и поэтому самый изученный туфовый прослой (рис. 4, 5). Преимущественно представлен туфами мощностью 5–12 мм, чаще 6–8 мм, в редких случаях (7 наблюдений) переходящими по латерали в туффиты, мощностью от 2–3 см до 6–7 см и более. Наблюдения о латеральном переходе туфов в туффиты были получены, в том числе, на близко расположенных (первые км) скважинах с полным выносом керна (например, скв. 22–24), что делает их достаточно надежными.

Прослой T1 по находкам аммонитов относится к верхам средневожской зоны *Praechetaites exoticus* [Панченко и др., 2021], он отмечается преимущественно в однородных глинистых силицитах пачки 4а (рис. 4, 5), реже – на границе пачек 3 и 4а, либо 4а и 4b, иногда отмечается также в пачке 3, что в совокупности позволяет оценить диахронность пачек баженских и тутлеймских отложений.

Представлен в наибольшем количестве скважин, в керне которых имеется соответствующий стратиграфический интервал. Границы четкие и ровные, в шлифе наблюдается нормальная градационная текстура [см. рис. 8 в Панченко и др., 2021]. По составу туфы прослоя T1 как правило глинистые, частично пиритизированные и/или карбонатизированные. Местами наблюдается окремнение – пятнистое (скв. 94), послойное (скв. 18), реже полное (скв. 91).

Люминесценция, как правило, аномально яркая, наиболее яркая среди всех изученных туфовых прослоев. Характерны желтые, оранжевые и переходных тонов цвета в УФ.

Расстояние от нижележащего туфогенного прослоя T0b составляет от 10 до 88 см.

**T2.** Второй по частоте встречаемости туфогенный уровень. Представлен прослоем туфов мощностью до 2 мм. В редких случаях демонстриру-

ет морфологию туффитов, с увеличением мощности слойка до 5 мм и появлением характерной градационной мезотекстуры (скв. 38, 84). Туфы T2 по выражению в керне аналогичны прослою T1, только меньшей мощности, сложены глинистым и/или пиритовым веществом.

Данный прослой отмечается исключительно в баженской и тутлеймской высокоуглеродистой иноцерамовой пачке 4b, среди параавтохтонных скоплений раковин рода *Inoceramus* (рис. 5), но в разных положениях относительно подошвы и кровли этой пачки [Панченко и др., 2015b, 2016]. По находкам аммонитов *Praetollia* sp. и *Surites* sp. (рис. 9, скв. 10, рис. 10, скв. 55) и литостратиграфической привязке возраст T2 оценивается в пределах аммонитовой зоны *Praetollia maynci* (= *Chetaites sibiricus*) рязанского яруса [Панченко и др., 2021], таким образом, это первый вулканогенный прослой в меловой части разреза. Однако стоит обратить внимание на единичную находку над этим прослоем (рис. 10, скв. 59) аммонита *Craspedites* (C.) cf. *shulginae* (рис. 13, фиг. 9) что может указывать также на поздневожский возраст. В то же время этот аммонит очень близок к краспедитинам из нижнерязанского подъяруса р. Хеты [Rogov, 2020, табл. 20, фиг. 2], и не исключено, что его следует относить к *Craspedites* (*Tamyroceras*).

Мощность отложений между прослоями T1 и T2 составляет от 1,3 до 4,8 м.

**T3a.** Вполне уверенно диагностируемый тонкий туфовый прослой, мощностью 1–2 мм, ранее ошибочно принимаемый нами за прослои T3 и T4. Прослой T3a приурочен исключительно к баженской и тутлеймской пачке 5а (кокколитофоридовая кремнистая с бухиями), к интервалу с преобладанием двустворок рода *Buchia* (*B. unschensis*, *B. fischeriana* и др.), которые здесь отмечаются нередко в автохтонных скоплениях [Панченко и др., 2015a, 2016]. Совокупность имеющихся биостратиграфических и литостратиграфических данных (рис. 9, скв. 66, 85, 131, 64, рис. 10, скв. 58, 55, 81, 82) указывает на приуроченность T3a к аммонитовой зоне *Hectoroceras koschi* рязанского яруса.

По своим свойствам аналогичен ниже- и вышележащим туфам, преимущественно глинистый, нередко пиритизированный, при этом ярко люминесцирует в УФ. Расстояние между T3a от T2 составляет 1,2–5,2 м.

**T3.** Представлен тонким туфовым прослоем мощностью до 1, реже 2 мм (рис. 6). Глинистый и часто пиритизированный. По своему выражению в керне аналогичен вышеописанным туфовым прослоям.



**Т4.** 1–3 мм прослой туфов, как правило, несколько более мощный и отчетливый, чем нижележащий Т3 (рис. 6). Аналогичен нижележащим туфам.

Прослой Т3 и Т4 всегда близко расположены друг к другу (21–51 см) и приурочены к верхам пачки 5а, существенно выше интервала со скоплениями параавтохтонных бухий, часто – на границе с пачкой 5б. Значительная величина интервала между Т3а и Т3 (от 1,7 до 3,7 м), позволила их разделить при систематических наблюдениях в большом количестве изученного керна скважин. В предыдущей работе [Панченко и др., 2021] прослой Т3 и Т4 по аммонитам были отнесены к средней части рязанского яруса (верхи *Nectoroceras kochi* – *Surites subanalogus*). По актуализированным данным, с учетом сведений о наличии нижележащих туфов Т3а и новых результатов биостратиграфии, уровень туфовых прослоев Т3 и Т4 повсеместно отмечен выше аммонитов из родов *Borealites* и *Surites* (рис. 9, скв. 92, 64, рис. 11, скв. 45), и между находками аммонитов зоны *Tollia tolli* (сопоставление скв. 64 и 43 на рис. 9, рис. 10, скв. 58). В ряде случаев немногим выше (в пределах 1 м) прослой Т4 встречены аммониты рода *Neotollia* (например, рис. 9, скв. 92). В скв. 38 прослой Т3 и Т4 расположены непосредственно между находками представителей *Tollia* и *Neotollia*. Таким образом, по текущим биостратиграфическим данным возраст этих близкорасположенных прослоев может интерпретироваться в пользу более молодого – как позднерязанский или даже пограничный рязанско-валанжинский и грубо соотноситься с зонами *Surites subanalogus* – *Bojarkia mesezhnikowi* – *Tollia tolli*.

Еще один тонкий (около 2 мм) туфогенный прослой отмечен в 3,5 м выше прослая Т4 в скв. 1. Он встречен в пачке 5б (кокколитофоридовая пиритово-глинистая тонкоритмичная, приуроченная к верхам рязанского яруса и низам нижнего валанжина). Если идентификация пачки верна, то этот прослой может быть встречен в дальнейшем и может использоваться как дополнительный туфовый реперный уровень, однако, с существенными ограничениями ввиду невыдержанности пачки 5б (см. обсуждение ниже). Туфовый прослой сложен глинистым бурым веществом и полностью аналогичен нижележащим туфам.

**Фроловская свита (перекрывающая баженовскую свиту в западном районе Фроловской мегаплатины)**

**FrT1.** Новый туфовый уровень, ранее не упоминавшийся. Выделен в нескольких скважинах как

выдержанный 1 мм пиритовый, глинистый или кальцитовый слой с резкими границами, anomalно ярким свечением в УФ (рис. 7), приуроченный к единому стратиграфическому уровню.

Состав преимущественно вторично сульфидный, что связано, вероятнее всего, с высокой насыщенностью пиритом вмещающих фроловских углеродистых глин.

Приурочен к самым низам фроловской свиты (нижний валанжин) и, вместе с тем, к самым радиоактивным и углеродистым ее интервалам (рис. 8, скв. 4). Прослой отмечен в четырех скважинах на одном и том же детально привязанном уровне (по характерному участку кривой гаммакаротажа), что позволяет использовать его в качестве репера. Вместе с тем нельзя не отметить его недостаточную изученность. Вероятнее всего, данный туфовый прослой за счет своего повышенного содержания пирита далеко не всегда люминесцирует, отчего его поиски в керне затруднены.

Еще один пирокластический прослой встречен в 5–7 м выше по разрезу в скв. 107 (фроловская свита, нижний валанжин), мощность его достигает 4 мм. Однако, на данный момент это единичная находка, которая к тому же отвечает полностью кальцитизированной разности. Тем не менее, она позволяет судить о значительно большем стратиграфическом диапазоне потенциального развития прослоев с дистальной пирокластикой в нижнемеловом интервале Западной Сибири.

## 4.2 Субрегиональные пирокластические уровни

По комплексу литостратиграфических и биостратиграфических методов установлена устойчивая прослеживаемость большей части обнаруженных прослоев туфов и туффитов, что наглядно демонстрируют приведенные схемы сопоставления разрезов (рис. 8–11).

Выделение и обособление отдельных туфовых и туффитовых прослоев имеет большой смысл при детальном исследовании керна. Однако при решении геологических задач использование некоторых слабо выраженных и отмечаемых эпизодически туфогенных уровней вызывает затруднения. Отметим также, что стратиграфически единый прослой туфов по латерали может переходить в туффиты, что приводит к существенным изменениям в его морфологии и составе. Кроме того, у многих близкорасположенных прослоев туфов и туффитов наблюдаются сходные литологические признаки (например, Т0а и Т0б, Т3 и Т4, многие из прослоев туфогенного интервала ТТ4), что затрудняет их



идентификацию. Поэтому из практических соображений некоторые близкорасположенные и схожие по мощности, строению и составу туфогенные прослои рассматриваются как единые стратиграфические уровни.

Мы объединили такие совокупности и последовательности туфогенных прослоев, которые обладают наибольшим идентификационным потенциалом и прослеживаются на большей части изученной территории. Таким образом, выделено восемь *субрегиональных пирокластических уровней* (табл. 2, рис. 12), которые можно использовать при детальной корреляции разрезов и палеогеографическом анализе.

Пирокластические уровни, которые в опорных разрезах тяготеют к нижней толще баженовской свиты (пачка 3 и низы 4а), получили индекс LB (от Lower Bazhenovo), уровни из заведомо верхней толщи (пачки 4а–5а) обозначены индексом UB (от Upper Bazhenovo). Установленный в низах фроловской свиты уровень получил индекс LF (от Lower Frolov). 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 (рис. 2), ввиду повсеместно близкой расположенности друг к другу (до 40 см) выделены в единый – нижний субрегиональный пирокластический уровень **LB1**. Уровень датируется зонами *Laugeites groenlandicus* – *Epilaugites 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 пачке 2b, 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 виде обособленных прослоев и будет «закамуфлирован» во вмещающих отложениях.

2. Обособленная совокупность прослоев TT4 (рис. 3, 4) выделяется в отдельный пирокластический уровень **LB2**, возраст которого может быть соотнесен с интервалом зон *Laugeites groenlandicus* – *Praechetaites exoticus* средневожского подъяруса.

3. Преимущественно туфовые прослоя T0a и T0b крайне маломощны, отчего в керне распознаются с трудом (рис. 4, 5) и, вероятно, поэтому нередко устанавливается только один из прослоев. Однако они распространены на обшир-

ной площади, и при совместной встречаемости повсеместно расположены близко друг к другу (менее 76 см) и при этом по-разному удалены от нижележащих прослоев TT4 (от 23 см до 2,8 м) и выше лежащего T1 (от 10 до 88 см). Они маркируют отдельный конденсированный стратиграфический интервал перехода между пачками 3 и 4а, в котором нередко диагностируются перерывы [Панченко и Немова, 2017]. Поэтому с практической точки зрения здесь стоит выделить единый субрегиональный пирокластический уровень **UB0**, расположенный в пределах зоны *Praechetaites exoticus*.

4. Самый часто встречаемый и наиболее уверенно диагностируемый туфогенный прослой T1, представленный чаще всего туфами вторично глинистого состава с мощностью от 6 до 10 мм (рис. 4, 5), изредка – туффитами, выделен в самостоятельный субрегиональный пирокластический уровень **UB1**, расположенный у кровли средневожского подъяруса.

5. Второй по частоте встречаемости туфовый уровень T2 уверенно диагностируется в керне и вполне надежно идентифицируется как за счет значительной удаленности от ниже- и выше расположенных туфов (T1 и T3а соответственно), так и за счет своей строгой приуроченности к высокоуглеродистой иноцерамовой пачке 4b (рис. 5). Прослой T2 отнесен к субрегиональному пирокластическому уровню **UB2**. Он датирован нижней зоной рязанского яруса *Praetollia maunsi*.

6. Обособленный и равноудаленный от ниже и выше лежащих туфов прослой T3а отнесен к самостоятельному уровню **UB3** с тем же обоснованием, что и прослой UB2: уверенная распознаваемость, разобщенность от соседних похожих прослоев и литостратиграфическая приуроченность (интервал скопления параавтохтонных бучий в нижней половине пачки 5а). Пирокластический уровень UB3 отнесен к зоне *Hectoroceras kochi* рязанского яруса.

7. Прослоя T3 и T4, мощностью от 1 до 3 мм каждый, диагностируются часто, в совместном нахождении всегда близко расположены друг к другу (21–51 см) и распространены на обширной территории (рис. 6). Однако ввиду своей малой мощности (обычно около 1 мм) 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 5а (в слоях с редкими двустворками *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 пока ограниченным, но уже систематически отмечаемым находкам пиритизированного прослоя туфа FrT1 (рис. 7) мы выделили пирокластический уровень, получивший индекс **LF1**. По имеющейся литостратиграфической привязке можно судить о ранневаланжинском возрасте уровня (аммонитовая зона *Neotollia klimovskensis*).

#### 4.3 Краткие замечания по биостратиграфии баженовской свиты и ее аналогов по аммонитам

Несмотря на то, что аммониты в большинстве скважин, вскрывающих рассматриваемый интервал, встречаются достаточно редко, уже к 80-м годам XX века был накоплен значительный фактический материал, позволивший предложить зональные шкалы для этого интервала [Брадучан и др., 1986; Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины: Объяснительная записка, 1991]. В дальнейшем было существенно уточнено расчленение волжского яруса Западной Сибири [Алифиров, 2009; Рогов, 2021], и в настоящей работе применяется последняя предложенная схема [Рогов, 2021]. Для рязанско-нижневаланжинского интервала используется аммонитовая шкала, близкая [Маринов и др., 2015; Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины: Объяснительная записка, 1991] или идентичная шкале северной Сибири [Маринов и др., 2021; Панченко и др., 2021], но её обоснование для закрытых территорий Западной Сибири до сих пор не было опубликовано, поэтому ниже приводится краткая характеристика зон.

**Зона *Praetollia maynci*.** В качестве нижней зоны рязанского яруса в Сибири долгое время использовалась зона *Chetaites sibiricus*. Недавно было показано, что в «стратотипе» [Алексеев, 1984] зона отсутствует [Игольников и др., 2016], и вид-индекс в региональных аммонитовых шкалах Западной и Восточной Сибири был заменён на *P. maynci* [Игольников, 2019; Маринов и др., 2021]. Данное стратиграфическое подразделение достаточно надёжно устанавливается в Западной Сибири. Его нижняя граница проводится по появлению рода *Praetollia*, верхняя – по появлению *Hectoroceras*. В баженовской свите находки рода *Praetollia* традиционно рассматривались как показатель нижней зоны рязанского яруса [Вячки-

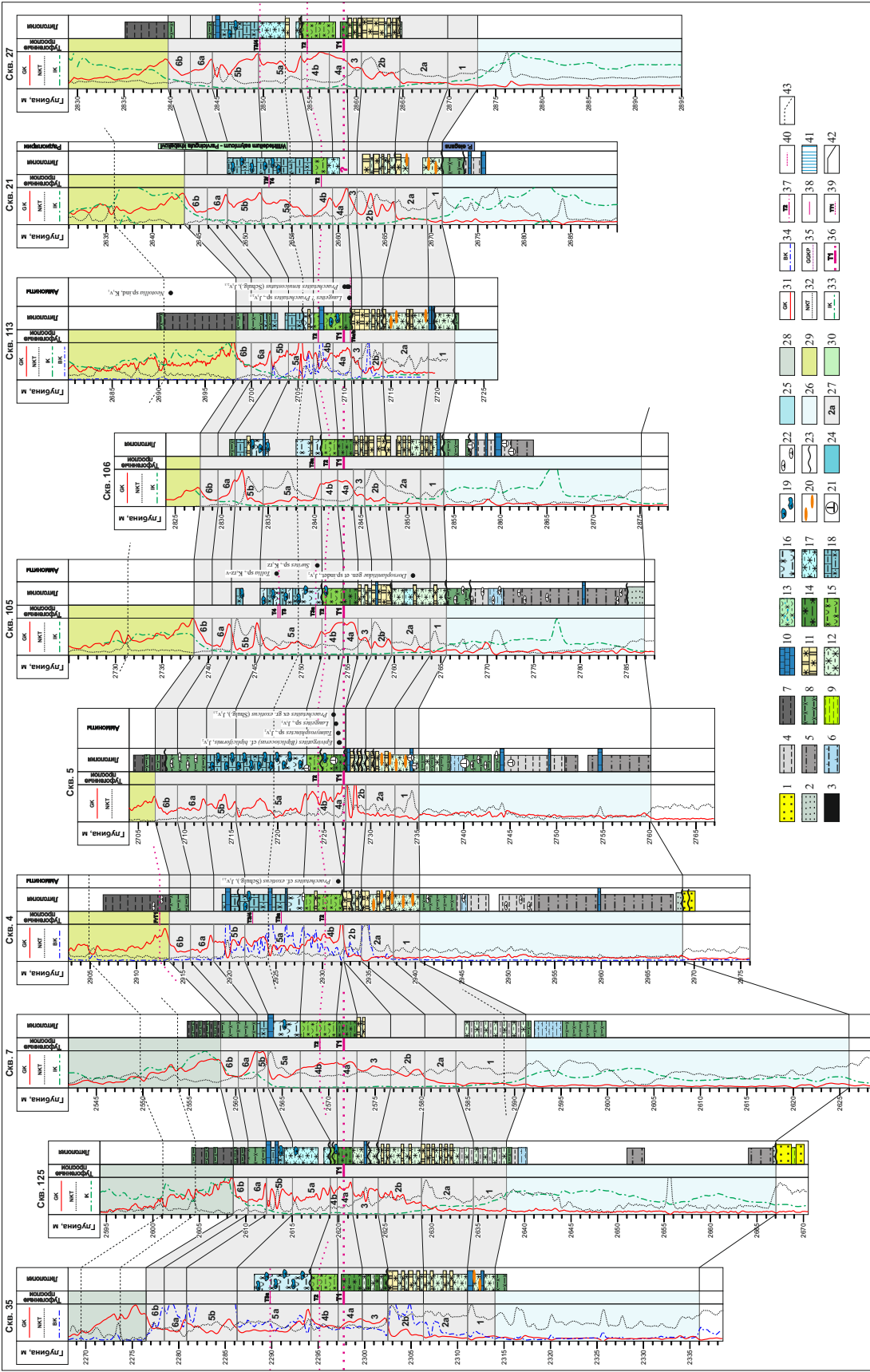
лева и др., 1990], но он встречается и выше [Игольников и др., 2016; Рогов и др., 2011; Janssen и др., 2022], поэтому не исключено, что часть претоллий может иметь более молодой возраст.

**Зона *Hectoroceras kochi*.** Это – наиболее надёжно прослеживаемая в Панбореальной биогеографической надобласти и однозначно определяемая зона, отвечающая диапазону распространения рода *Hectoroceras*. Аммониты этого рода легко определяются в керне, в том числе по фрагментам и ювенильным экземплярам [Вячкилева и др., 1990, табл. 65–67]. Кроме гектороцерасов, для зоны характерны *Borealites* s.l. и *Surites*.

**Зона *Surites subanalogus*.** Данный стратиграфический интервал, границы которого определяются по исчезновению *Hectoroceras* (нижняя граница) и смене *Surites* на *Bojarkia* (верхняя граница), достаточно хорошо прослеживается в Сибири и за её пределами. В то же время вид-индекс *S. analogus*, традиционно используемый для обозначения данной зоны, нельзя признать удачным [Janssen и др., 2022]. После первоначального описания [Богословский, 1896] этот вид ни разу не изображался ни из типового региона, ни из Сибири, откуда приводились только изображения экземпляров, определённых в открытой номенклатуре. Рассматриваемый стратон первоначально был предложен как подзона [Сакс и Шульгина, 1962]. Позднее, по крайней мере часть экземпляров, относившихся Н. И. Шульгиной к виду-индексу, была отнесена к новому виду *S. subanalogus* [Шульгина, 1972]. Именно этот вид, часто встречающийся в Сибири, предлагается использовать в качестве индекса для данной зоны. Для центральных районов Западной Сибири в этом интервале ранее выделялись слои с *Surites* aff. *caseyi* [Маринов и др., 2009].

**Зона *Bojarkia mesezhnikowi*.** Зона отвечает распространению рода *Bojarkia* и хорошо прослеживается по всей Арктике; её верхняя граница совпадает с появлением *Tollia*. В то же время в керне бояркии не всегда надёжно отличаются от более древних *Surites* и более молодых *Tollia*, и надёжных определений *Bojarkia* в Западной Сибири немного.

**Зона *Tollia tolli*.** Нижняя и верхняя границы зоны проводятся по смене *Bojarkia* на *Tollia* и появлению *Neotollia* соответственно [Барабощкин, 2004]. В Западной Сибири находки *Tollia* достаточно многочисленны, но поскольку этот род встречается в том числе в низах валанжина, сами по себе они только условно могут свидетельствовать о присутствии зоны. Кроме того, из числа признаков, по которым различаются *Tollia* и *Neotollia* [Сакс и Шульгина, 1969], в керне наиболее надёжно устанавливается только скульпту-



**Рис. 8:** Корреляция скважин с пирокластическими прослоями по линии 1'–1'': северо-западный район Фроловской метавпадины и прилегающих структур. Расположение линий корреляций приведено на [рис. 1](#).  
Условные обозначения (см. стр. 28)

**Рис. 8 (предыдущая страница):** Условные обозначения:

- 1–15 – преобладающий состав пород: 1 – песчаники и алевро-песчаники биотурбитовые, часто с глауконитом; 3 – угли и углистые глины и аргиллиты; 4–8 – глины: 4 – сероцветные малоалевритистые; 5 – темноцветные алевитистые биотурбитовые с пиритом; 6 – карбонатистые биотурбитовые с пиритом; 7 – темноцветные неоднородно кремнистые, пиритистые, в различной мере углеродистые; 8 – аргиллитоподобные кремнистые и кремневые, малоуглеродистые; 9 – сероцветные алевролиты и глинистые алевролиты; 10 – известняки, пластовые и линзовидные, в том числе, вторично развитые по карбонатным глинам, силицитам и радиоляритам; 11 – радиоляриты и силициты, малоглинистые, их переслаивания (мощность прослоев вне масштаба), в том числе в различной мере карбонатизированные; 12–18 – силициты: 12 – углеродистые малоглинистые; 13 – углеродистые с карбонатным шламом двусторонки *Liosirea*, *Buchia*, *Inocetatus* и *Aequiresten*, в ассоциациях с аммонитами и рострами белемнитов; 14 – глинистые высокоуглеродистые однородные с редкими двусторонками *Buchia*, *Inocetatus* и аммонитами; 15 – глинистые высокоуглеродистые с многочисленными раковинами *Inocetatus*; 16 – малоглинистые и глинистые углеродистые и высокоуглеродистые с раковинами *Buchia*; 17 – малоглинистые и глинистые в различной мере карбонатные, высокоуглеродистые однородные; 18 – тонкоритмичные глинисто-карбонатные и карбонатно-глинистые, пиритистые, высокоуглеродистые с кокколитофорами; 19–22 – включения и неоднородности: 19 – карбонатные нодулы, сложенные пеллоидно-интракластовым и биокластовым материалом (показаны вне масштаба); 20 – линзы фосфоритов, силицитов, радиоляритов и их ассоциаций, местами пиритизированные; 21 – известковые и доломитовые конкреции; 22 – известковые линзы; 23 – поверхности подводных размывов и связанных с ними отложения; 24–30 – местные стратиграфические подразделения: 24 – васюганская и наунакская свиты; 25 – георгиевская свита; 26 – абалакская свита; 27 – баженовская свита и нижнетулейская подсвита с подпоясами пачек; 28 – верхнетулейская подсвита; 29 – фроловская свита; 30 – подачимовские глины и ачимовская толща; 31–35 – геофизические каротажные методы: 31 – гамма-метод; 32 – нейтронный; 33 – индукционный; 34 – бокового зондирования; 35 – плотностной; 36–41 – положение в разрезе туфогенных прослоев и корреляционные уровни: 36 – прослой Т1; 37 – прочие идентифицированные прослой туфов и подпоясы к ним; 38 – прочие прослой туфов, неидентифицированные; 39 – прослой туфитов, туфитовых серий, и их индексы; 40 – прочие прослой туфитов, неидентифицированные; 41 – объем интервала с туфитами и его корреляционное положение в межскважинном пространстве; 42–43 – линии сопоставления: 42 – выдержанных пачек; 43 – вспомогательных уровней.
- Литостратиграфические пачки: 6 (6a+6b) – пиритово-глинистая линзовидно-слоистая; 5b – кокколитофоридовая пиритово-глинистая тонкоритмичная; 5a – кокколитофоридовая кремнистая с бухиями; 4b – высокоуглеродистая иноцеромовая; 4a – высокоуглеродистая однородная; 3 – высокоуглеродистая кремневая линзовидно-слоистая; 2b – высококремневая горизонтально-слоистая; 2a – кремневая линзовидно-слоистая; 1 – фосфатно-кремневая линзовидно-слоистая.



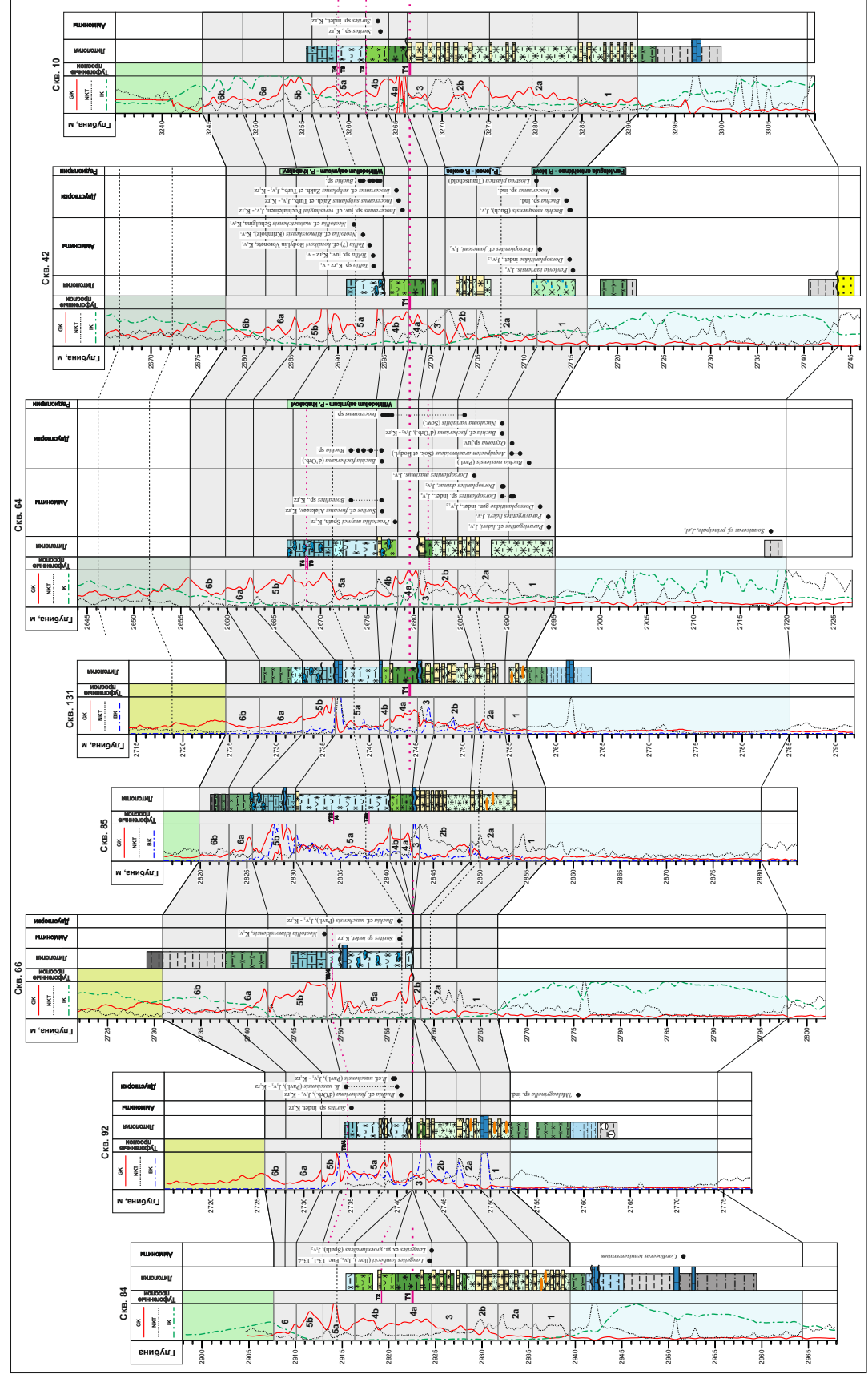


Рис. 9: Корреляция скважин с пирокластическими прослоями по линии 2'-2'': центральный район Фроловской мегападины на границе с Красноленинским сводом.  
Условные обозначения (см. стр. 28)



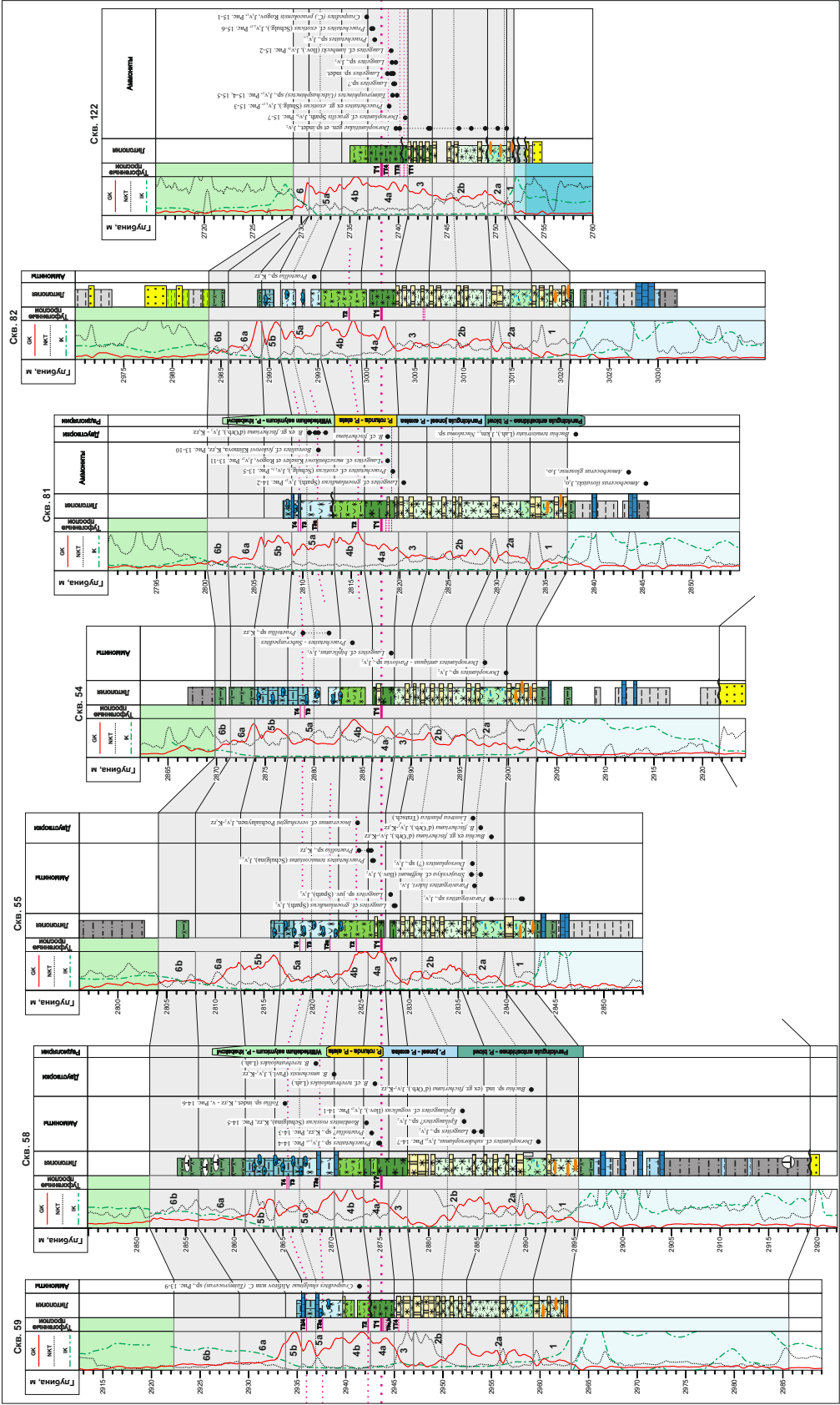


Рис. 10: Корреляция скважин с пирокластическими горизонтами по линии 3'–3'': Салымский мегавал – Нижневартовский свод – Сургутский свод. Условные обозначения (см. стр. 28)

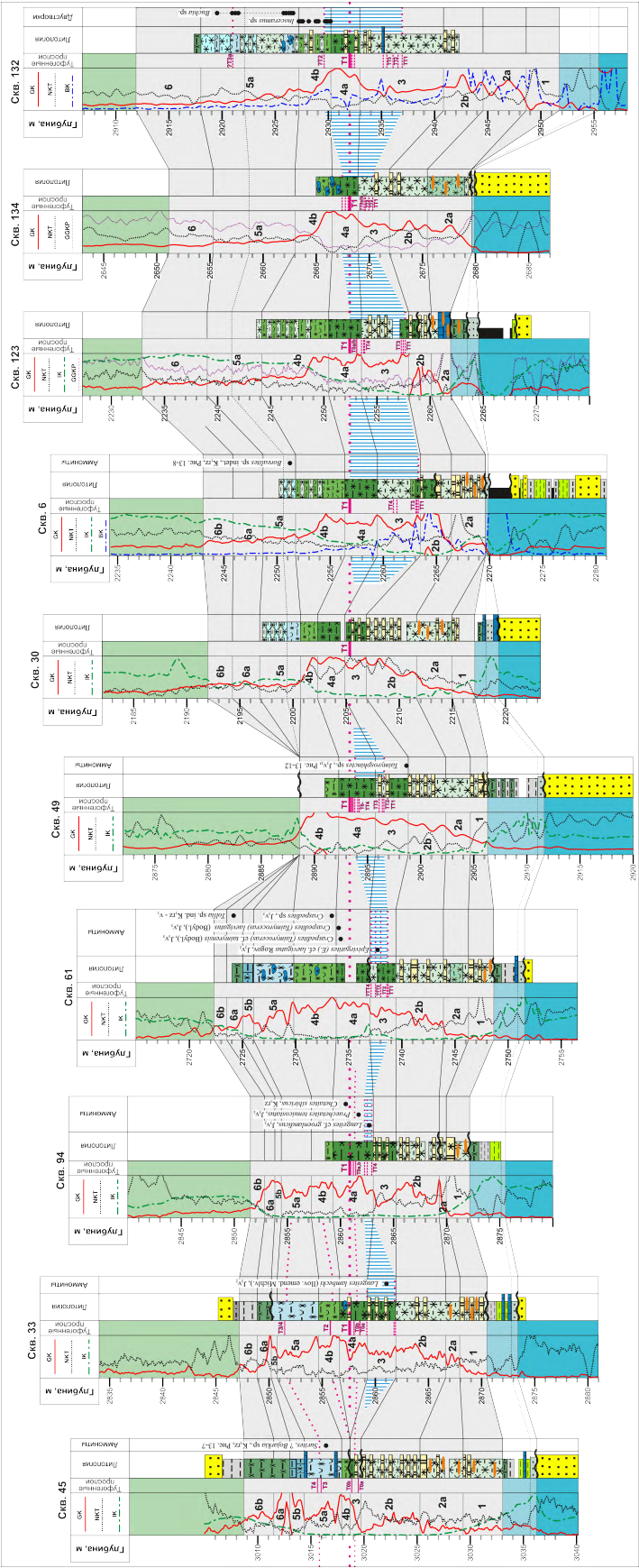


Рис. 11: Корреляция скважин с стратиграфическими прослоями по линии 4'-4'': Сургутский свод – Александровский мегавал – Парабельский мегавал – Нюрольская впадина.  
Условные обозначения (см. стр. 28)

ра внутренних оборотов, представленная двураздельными рёбрами у *Neotollia* и преимущественно трёхраздельными у *Tollia*. Граница с нижне-валанжинской зоной *Neotollia klimovskensis* совпадает с появлением *Neotollia*, тогда как другие характерные для нижнего валанжина аммониты (такие как *Nikitinoceras*, *Menjaites*) встречаются в Западной Сибири более редко и, как правило, появляются выше первых находок *Neotollia*.

В керне изученных скважин с туфовыми прослоями остатки аммонитов встречаются достаточно регулярно. Часть из них изображалась ранее [Панченко и др., 2015а, 2021], некоторые важные для обоснования возраста туфогенных прослоев экземпляры изображены в настоящей работе (рис. 13–15).

#### 4.4 Площадное распространение выделенных пирокластических уровней

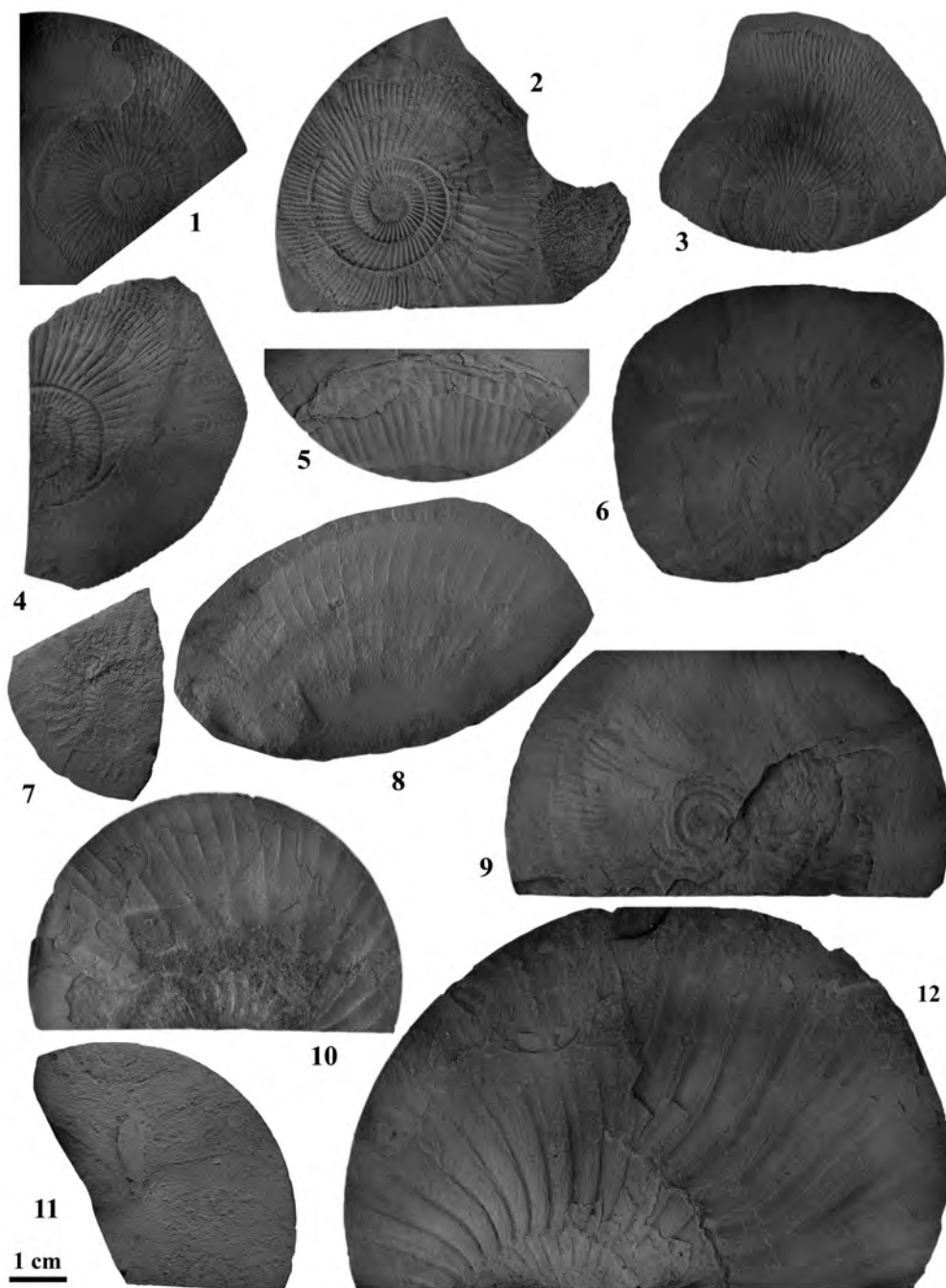
Как было отмечено выше, основная предпосылка обнаружения дистальных туфовых и туффитовых прослоев в пограничных отложениях юры и мела Западной Сибири кроется в их приуроченности к определенным палеообстановкам: туф-

фиты отмечаются в породах с низкой скоростью осадконакопления, а туфы – в наиболее конденсированных породах, накапливавшихся в застойных обстановках. Отсюда вытекает, во-первых, фациальный контроль, во-вторых – стратиграфический (рис. 16). При этом следует отметить отсутствие достоверных туфовых прослоев в верхневожском интервале, который тоже характеризуется низкими скоростями седиментации. Видимо, в поздневожское время интенсивность вулканических извержений, служивших источником пеплового материала, была ниже, или же изменилось преобладающее направление ветров, которыми переносились продукты извержений.

Территория, на которой расположены изученные нами скважины (рис. 1), относится к центральной высокоуглеродистой или «битуминозной» области развития баженовского горизонта [Брадучан и др., 1986], где обеспечивается преимущественно благоприятная для накопления и сохранения туфовых прослоев фациальная обстановка [Панченко, 2021]. С переходом в другие области Западной Сибири, где в баженовское время преобладала не биогенно-

| 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  | Палентологические маркеры   |
| Нижний мел  | Валанжинский | Нижний   | <i>Neotollia klimovskensis</i>                     | FrT1               | LF1                                     |                     | фроровская свита / верхне-тутлеймская подсвита |         | 6     | 2 - 12                | Бескарбонатные глинистые породы с отчетливой слоистостью, подчеркнутой пиритом. Иногда - карбонатные и баритовые нодулы   | Практически полное отсутствие радиоларий и кокколитофорид. Многочисленный иктиодетрит   |
|             |              |          |  |                    |   |                     |  |         |       |                       |   |   |
|             | Рязанский    |          | <i>Tollia tolli</i> - <i>Bojarkia mesezhnikowi</i> | T4                 | UB4                                     |                     | баженовская свита / нижнетутлеймская подсвита  | верхняя | 5b    | (0-) 3 - 5            | Тонколаминарные, ритмично-тонко-слоистые силициты, глины и известняки (с поочередным преобладанием). Высокие содержания пирита и ОВ. Карбонатные нодулы, эрозивные слои | Кокколитофориды и кальциферы  |
|             |              |          | <i>Surites subanalogus</i>                         | T3                 |   |                     |  |         | 5a    | 3 - 10                | Развитие малокарбонатных и малоглинистых силицитов  | Многочисленные и наиболее крупные раковины <i>Buchia</i>  |
|             |              |          | <i>Hectoroceras kochi</i>                          | T3a                | UB3                                     |                     |  |         | 4b    | 1,5 - 5               | Многочисленные и наиболее крупные раковины <i>Inoceramus</i>  |   |
|             |              |          | <i>Praetollia maynci</i>                           | T2                 | UB2                                     |                     |  |         | 4a    | 1 - 4                 | Наиболее однородный интервал разреза, наивысшее содержание ОВ   | Ассоциация редких <i>Buchia</i> , <i>Inoceramus</i> , частые находки аммонитов  |
|             | Волжский     | Верхний  | <i>Chetaites chetae</i>                            | T1                 | UB1                                     |                     | баженовская свита / нижнетутлеймская подсвита  | нижняя  | 3     | 1 - 4                 | Линзовидные радиолариты и линзовидный пирит   | Максимальная численность радиоларий   |
|             |              |          | <i>Craspedites (Taimyroceras) taimyrensis</i>      |                    |   |                     |  |         | 2b    | 2 - 8                 | Наивысшая кремнистость в разрезе, прослои радиоларитов  | Параавтохтонные двусторонки в ассоциации: <i>Liosira</i> + <i>Buchia</i> + <i>Inoceramus</i> ; <i>Aequipecten</i> + <i>Buchia</i> |
|             |              | Средний  | <i>Garniericeras catenulatum</i>                   | T0b                | UB0                                     |                     |  |         | 2a    | 2 - 7                 | Линзовидные образования радиоларитов и бурых фосфоритов   | Отсутствие бентоса  |
|             |              |          | <i>Kachpurites fulgens</i>                         | T0a                | LB2                                     |                     |  |         | 1     | 1 - 7                 |   |   |
|             |              |          | <i>Praechetaites exoticus</i>                      | TT4                | LB1                                     |                     |  |         |       |                       |   |   |
|             |              |          | <i>E. vogulicus</i> - <i>L. groenlandicus</i>      | TT3                |   |                     |  |         |       |                       |   |   |
|             |              |          | <i>Dorsoplanites maximus</i>                       | TT2                |   |                     |  |         |       |                       |   |   |
|             |              |          | <i>Dorsoplanites ilovaiskii</i>                    | TT1                |   |                     |  |         |       |                       |   |   |
|             |              | Нижний   | <i>Strajevskya strajevskyi</i>                     |                    |   |                     |  |         |       |                       |   |   |
|             |              |          | <i>Pavlovina iatriensis</i>                        |                    |   |                     |  |         |       |                       |   |   |
| Верхняя юра |              |          | <i>Paravigatites lideri</i>                        |                    |   |                     | абалакская / георгиевская свита                |         |       |                       | Глауконититы (иногда)   | Биотурбации   |
|             |              |          | слои с <i>Pectinatites s.l.</i>                    |                    |   |                     |  |         |       |                       |   |   |

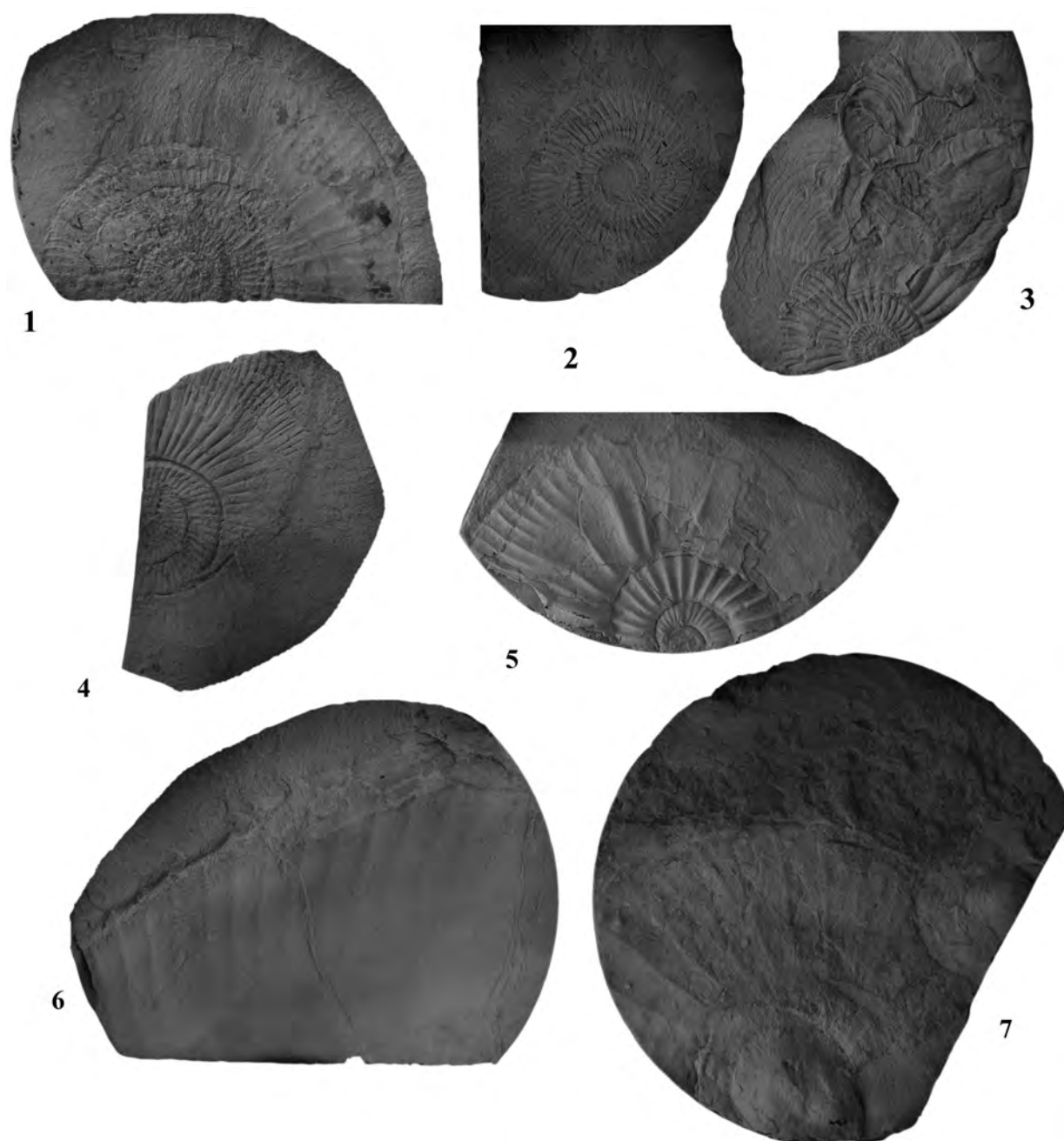
Рис. 12: Последовательность туфогенных прослоев и ее соотношение с субрегиональными пирокластическими уровнями, а также их лито- и биостратиграфическая привязка.



**Рис. 13:** Волжские и рязанские аммониты Западной Сибири (масштабная линейка = 1 см). 1–3 – *Laugites lambecki* (Pov.), средневожский подъярус, зона *Volgulus* (?), 1, 3 – скв. 84, 1 – гл. 2923,31 м (\*2924,31 м), 3 – гл. 2923,5 м (\*2924,5 м); 2 – скв. 83, гл. 3165,81 м (\*3169,81 м), в 1,73 м ниже прослая T1; 4 – *Laugites cf. lambecki* (Pov.), средневожский подъярус, зона *Volgulus* (?), скв. 84, гл. 2923,34 м (\*2924,34 м); 5 – *Praechetates ex gr. exoticus* (Schulg.), средневожский подъярус, зона *Exoticus*, скв. 81, гл. 2819,14 м (\*2819,14 м); 6–7 – *Surites* sp.indet., рязанский ярус; 6 – скв. 83, гл. 3163,73 м (\*3167,73 м), в 35 см выше прослая T1; 7 – скв. 45, гл. 3016,84 (\*3016,44 м); 8 – *Borealites* sp.indet., рязанский ярус, зона *Kochi*, скв. 6, гл. 2251,7 м (\*2251,1 м); 9 – *Craspedites* (C.) cf. *schulginae* Alifirov, верхневожский подъярус (или *C. (Taimyroceras)* sp., пограничный интервал вожского и рязанского ярусов), скв. 59, гл. 2938,27 м (\*2941,47 м); 10 – *Borealites cf. fedorovi* Klimova, рязанский ярус, зона *Kochi*, скв. 81, гл. 2811,71 м (\*2811,71 м); 11 – *Laugites cf. mезежникови* Kiselev et Rogov, средневожский подъярус, зона *Exoticus*, скв. 81, гл. 2818,84 м (\*2818,84 м); 12 – *Taimyrosphinctes* sp. indet., средневожский подъярус, верхняя часть (начиная с зоны *Maximus*), скв. 49, гл. 2897,6 м (\*2898,8 м).

\* – глубина по увязке с геофизическим каротажем.

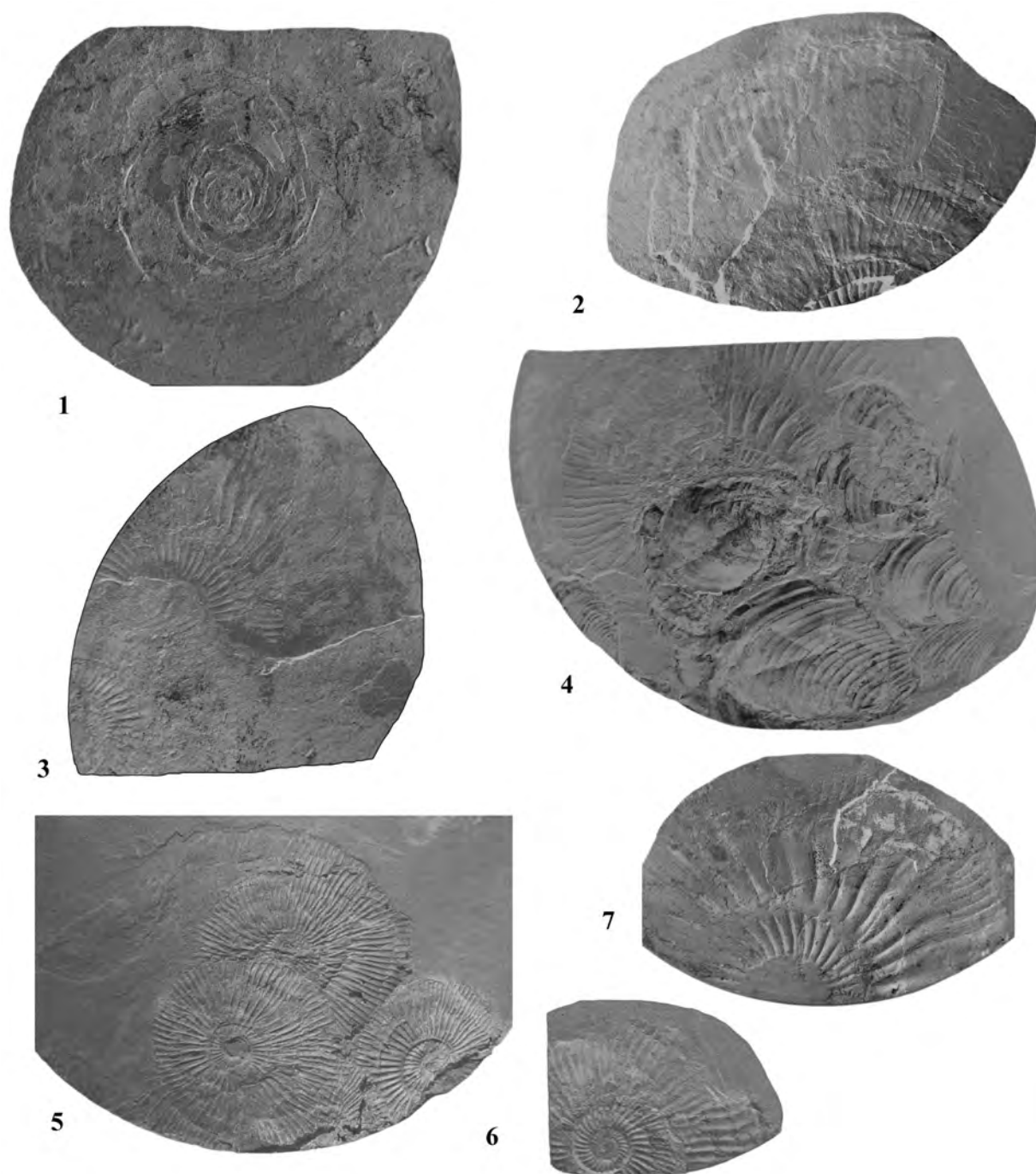




**Рис. 14:** Волжские и рязанские аммониты Западной Сибири (масштабная линейка = 1 см).  
 1 – *Epilaugeites* cf. *vogulicus* (Pov.), средневожский подъярус, зона *Vogulicus*, скв. 58, гл. 2890,34 м (\*2883,29 м); 2 – *Laugeites* cf. *groenlandicus* (Spath), средневожский подъярус, зона *Groenlandicus*, скв. 81, гл. 2820,3 м (\*2820,3 м); 3 – *Praetollia* sp. indet., рязанский ярус, зона *Maunci* (?), скв. 58, гл. 2880,6 м (\*2874,2 м); 4 – *Praechetates* sp., средне- и верхневожский подъярусы, скв. 58, гл. 2881,87 м (\*2874,87 м); 5 – *Ronkinites rossicus* (Schulgina), рязанский ярус, зона *Kochi*, скв. 58, гл. 2880,1 м (\*2873,7 м); 6 – *Tollia* sp. indet., пограничный интервал рязанского и валанжинского ярусов, скв. 58, гл. 2871,09 м (\*2865,29 м); 7 – *Dorsoplanites* cf. *subdorsoplanus* Mesezhn., средневожский подъярус, зона *Maximus*, скв. 58, гл. 2897,92 м (\*2890,64 м).

\* – глубина по увязке с геофизическим каротажем.

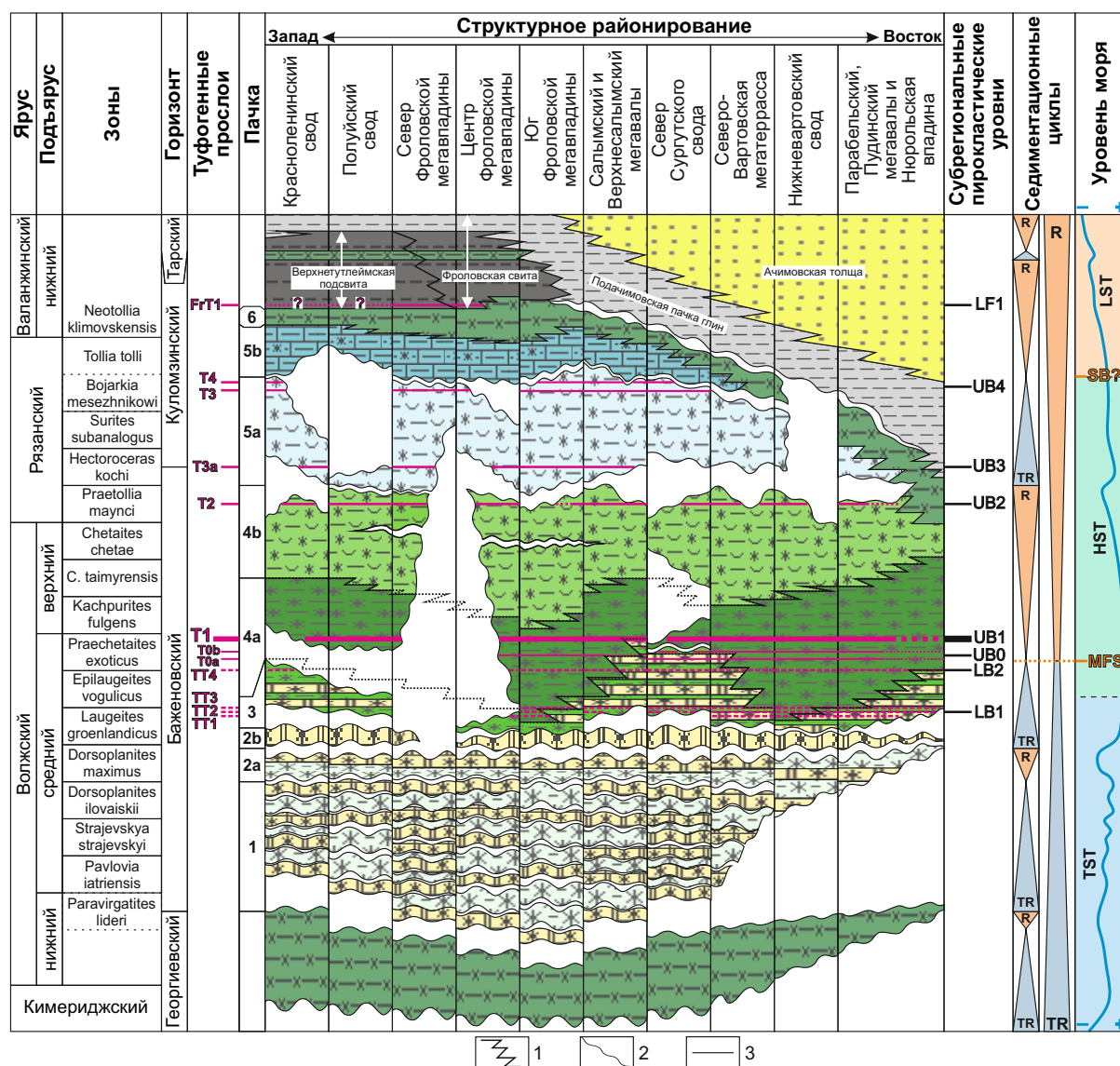




**Рис. 15:** Волжские аммониты из скв. 122. Масштабная линейка = 1 см.

1 – *Craspedites* (C.) *praeokensis* Rogov, верхневолжский подъярус, зона *Okensis*, биогоризонт *praeokensis*, гл. 2735,71 м (\*2736,71 м); 2 – *Laugeites* cf. *lambecki* (Pov.), средневолжский подъярус, зона *Volgolicus* (?), гл. 2738,19 м (\*2739,19 м); 3, 6 – *Praechetaites* ex gr. *exoticus* (Shulg.), средневолжский подъярус, зона *Exoticus*, 3 – гл. 2738,06 м (\*2739,06 м); 6 – гл. 2736,23 м (\*2737,23 м); 4, 5 – *Taimyrosphinctes* (*Udschasphinctes*) sp., средневолжский подъярус, 4 – гл. 2738,38 м (\*2739,38 м); 5 – 2738,91 м (\*2739,91 м); 7 – *Dorsoplanites* cf. *gracilis* Spath, средневолжский подъярус, зона *Maximus*, гл. 2739,69 м (\*2740,69 м).

\* – глубина по увязке с геофизическим каротажом.



**Рис. 16:** Хроностратиграфический профиль изученных пограничных юрско-меловых отложений по данным описания керна, каротажа, биостратиграфии, с учетом положения туфогенных прослоев.

Расположение структур приведено на рис. 1. TR – трансгрессивный, R – регрессивный циклит; MFS – поверхность максимального морского затопления, SB – положение сиквенной границы; TST – трансгрессивный тракт уровня моря, HST – тракт высокого стояния, LST – тракт низкого стояния уровня моря. Условные обозначения: 1 – фациальное замещение, 2 – эрозионная поверхность, 3 – согласная граница. Остальные условные обозначения (литология) см. на рис. 8.

силицитовая, а терригенно-глинистая седиментация, вероятнее всего, многие тонкие туфовые реперы прослежены не будут.

В изученном районе наличие и количество пирокластических уровней определяется, прежде всего, стратиграфической полнотой вмещающих отложений (рис. 16). Внутри баженовских отложений наблюдается «искажение» мощностей и непостоянство слагающих пачек за счет неравномерности их режима седиментации и наличия

подводных размывов, в которых фиксируется гитас объемом до одной и даже до четырех пачек [Панченко, 2021; Панченко и Немова, 2017; Панченко и др., 2021], (рис. 8, 9, 16).

Анализ распространения пирокластических уровней по площади в пределах изученной территории показал следующее.

Субрегиональные пирокластические уровни LB1 и LB2 распространены практически на всей изученной территории, но максимальная частота

та встречаемости соответствующих туффовых прослоев, их представительность и мощность тяготеют к южным и юго-восточным районам. Они не встречены в северной части Фроловской мегавпадины (наименования структур по [Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1:1 000 000, 1998], что коррелируется с сокращением мощности либо отсутствием пачки 3 (рис. 16). Таким образом, наличие в разрезе этих уровней контролируется мерой полноты высокоуглеродистой кремневой линзовидной пачки 3, наличием в ней микроперерывов, особенно в ее кровельной части – на границе с высокоуглеродистой однородной пачкой 4а. Граница пачек 3 и 4а может быть относительно резкой или плавной, что контролируется также характером роста снизу вверх значений на гамма-каротаже (рис. 8–11). В первом случае наблюдается резкий подъем уровня гаммы (скв. 19–29, 100–116, 131 и др.), а во втором – растянутый на 2–3 м разреза (например, скв. 6, 49, 61, 122, 132, 134). При сопоставлении керн и каротажа выявлено, что в случае нерезко выраженной кровли пачки 3, эта пачка имеет большую полноту, меньшее количество скрытых перерывов, и в ней отсутствуют ярко выраженные эрозионные поверхности, что в общем счете благоприятствует сохранности пирокластических уровней LB1 и LB2.

В ряде скважин с полным выносом керн первым снизу пирокластическим уровнем является LB2, который залегает в непосредственной близости от подошвы пачки 3 (скв. 45–46, 94, 135). Вероятно, нижележащий уровень LB1 в данном случае следовало бы ожидать в пачке 2b, условия накопления которой не способствовали сохранению тонких прослоев пирокластиков. По нашему мнению, в таких скважинах наблюдается фациальный контроль отсутствия LB1, что связано с возрастным скольжением границы пачек 2b и 3.

Пирокластический уровень UB0 появляется в сильно конденсированных породах на границе пачек 3 и 4а. Режим накопления данного переходного интервала, по нашим представлениям, характеризовался минимальными объемами поступающего вещества и неравномерностью его аккумуляции, с перераспределением осадка донными течениями. Этим мы объясняем ячеистость присутствия находок этих тонких прослоев, которые в целом распространены на всей изученной территории, но встречаются спорадически (табл. 1, рис. 16).

Самый выдержанный уровень UB1 на изученной территории отмечается повсеместно, от северо-западной части Ханты-Мансийского автономного округа до Томской области. Отсутствие

находок соответствующего ему туфогенного прослоя (в интервалах полного выноса керн и его удовлетворительной сохранности), сопоставляется с областями отсутствия пачки 4а и/или верхов пачки 3 (район скв. 1–5, 44–46, 57, 66, 85, 92 см. рис. 8–11, 16) в результате их размыва или ненакопления на склонах крупных впадин (Вынглорская и Тундринская котловины в северной и центральной частях Фроловской мегавпадины соответственно, Леклорский прогиб к северу от Сургутского свода и др.).

Второй по частоте встречаемости уровень UB2 приурочен к высокоуглеродистой иноцеромовой пачке 4b, отмечаемой на всей изученной области (более 700 тыс. кв. км). Отсутствие этого уровня в некоторых изученных разрезах связано с размывом и ненакоплением, которые затронули пачку 4b полностью (скв. 57, 66, 92 и др.) или частично (скв. 44–46). Стоит отметить, что области подводного размыва в раннерязанское время занимают значительную площадь седиментации баженовских и тутлеймских отложений (рис. 16).

Кроме того, было зафиксировано отсутствие уровня UB2 и при наличии пачки 4b, с полным выносом керн в ее интервале. Повсеместно это происходит в разрезах скважин, где по комплексу керновых и каротажных данных отмечается в 2–3 раза сокращенная мощность пачки. В совокупности с отсутствием туфов прослоя T2, вероятнее всего, это указывает на наличие скрытых перерывов или размывов (рис. 16). Все эти скважины происходят из одного и того же района сочленения Сургутского свода и Северо-Вартовской мегатеррасы (рис. 1, скв. 67, 76, 77, 135 и др.).

В юго-восточной части изученной территории прослой туфов T2 распознается в керне хуже за счет повышенной глинистости отложений в верхней части баженовской свиты (пачки 4а–5а, рис. 16).

Субрегиональный пирокластический уровень UB3 повсеместно отмечается в нижней части кокколитофоридовой кремнистой пачки с бухиями (5а). Эта пачка развита на всей изученной территории, от Полуйского свода до самых юго-восточных районов (рис. 1), но ее мощность и фациальная выдержанность резко непостоянны (рис. 8–11). В частности, в этой пачке отмечается множество микроразмывов, фиксируемых при седиментологическом описании керн по выраженным эрозионным поверхностям, которые часто подчеркиваются аллохтонными скоплениями ихтиодетрита и других биокластов [Панченко и Немова, 2017]. Подобным эрозионным поверхностям соответствуют синседиментационные перерывы, причем продолжительность некоторых из них может оцениваться от микро- (менее 1 млн



лет) до мезогиятуса (более 2 млн лет) [Барабوشкин и др., 2002] (рис. 16).

Третий по частоте обнаружения (после UB1 и UB2) пирокластический уровень UB4 также приурочен к кокколитофоридовой кремнистой пачке с бухиями (5а), но тяготеет к ее верхним слоям. Сопоставление разрезов по площади показывает уменьшение стратиграфического объема пачек 5а и 5b с запада на восток (рис. 8–11) [Эдер и др., 2022]. В этом направлении наблюдается удревнение кровли кокколитофорид-содержащих отложений (пачки 5а+5b): сначала сокращаются верхи пачки 5b (кокколитофоридовой пиритово-глинистой тонкоритмичной) вплоть до ее полного фациального замещения на существенно глинистые отложения пачки 6 (пиритово-глинистой линзовидно-слоистой), затем, еще восточнее, это глинистое замещение затрагивает кровельные слои 5а, содержащие туфогенные прослои Т3 и Т4 (рис. 16). Таким образом, площадное распространение пирокластического уровня UB4 ожидается преимущественно в центральных районах распространения баженовской свиты и в ее западном аналоге – тутлеймской свите. Прежде всего, это районы Фроловской мегавпадины, Красноленинского и Сургутского сводов и структур их обрамления (в том числе Салымский и Верхнесалымский мегавалы) [Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1:1 000 000, 1998], в которых туфовые прослои Т3 и Т4 в керне диагностируются достаточно часто (рис. 6, рис. 16).

Распространение пирокластического уровня LF1, вероятнее всего, следует ожидать в области развития самых углеродистых подошвенных слоев фроловской свиты, которые отмечаются на западном борту Фроловской мегавпадины (скв. 35–37, 119, 125, 1–5, 7–8, 100–116, 21–27, 42, 64). Вполне ожидаемо, что LF1 будет обнаружен и восточнее, в фациальных аналогах углеродистых фроловских слоев – в подачимовских глинах, особенно в их битуминозных разностях, что позволит надежно установить возраст этих отложений и проследить общую диахронность начала терригенно-глинистой седиментации в раннем валанжине (рис. 16).

Таким образом, наличие или отсутствие в керне выявленных субрегиональных пирокластических уровней позволяет судить о стратиграфической полноте отложений, что актуально в условиях наличия размывов и перерывов (рис. 16).

#### 4.5 Латеральные соотношения туфов и туффитов

Систематизация материала показала, что один и тот же стратиграфически выдержанный туфо-

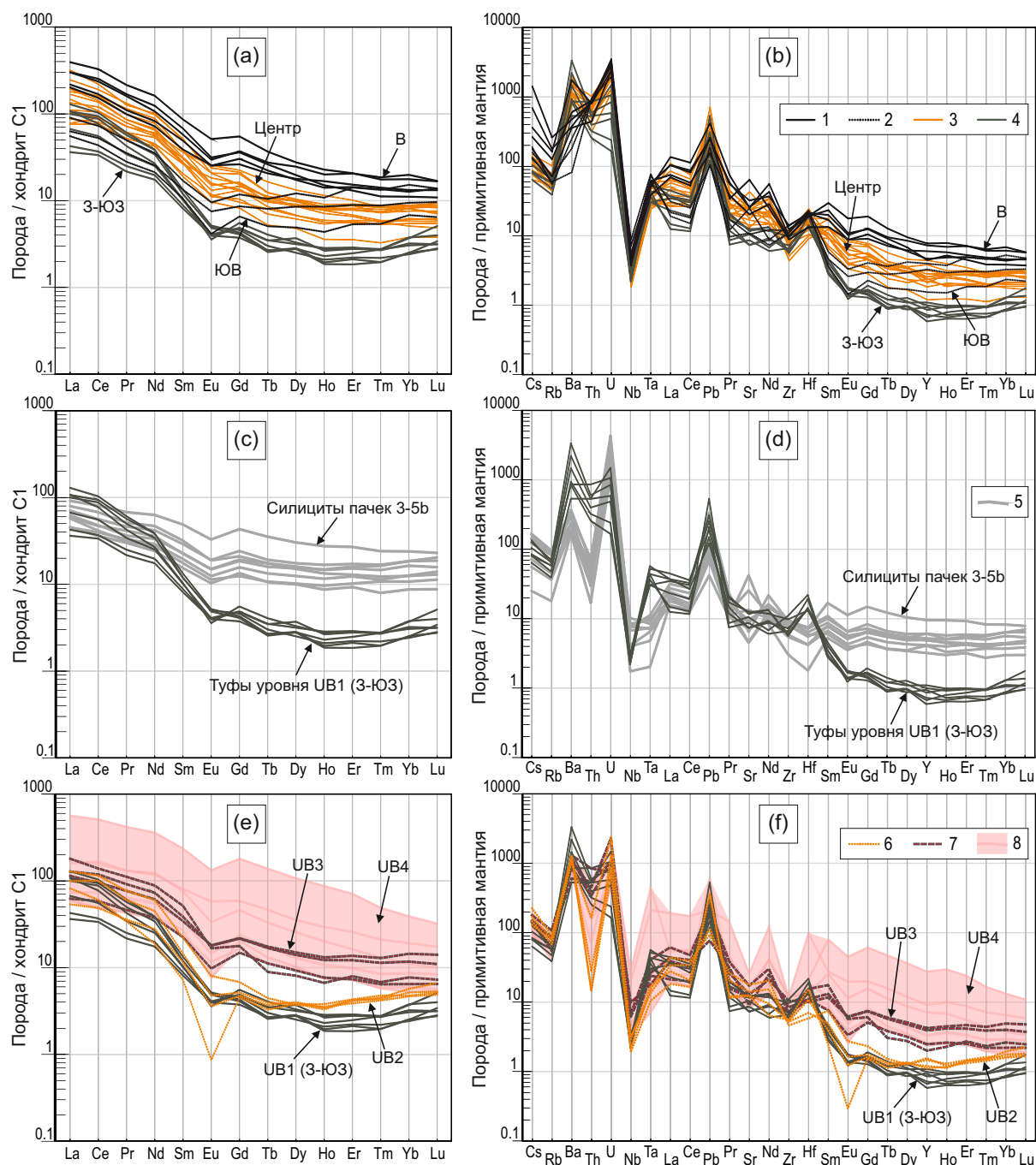
генный прослой может быть представлен как туфами (то есть породами, состоящими только из пирокластических компонентов), так и туффитами (то есть продуктами смешивания пирокластических и осадочных компонентов). Латеральные переходы туфов в туффиты неоднократно наблюдались при детальном сопоставлении разрезов по комплексу стратиграфических маркеров. В частности, это выявлялось при прослеживании наиболее мощного туфового прослоя Т1, чаще это характерно для прослоев Т0а и Т0b, в меньшей степени – для Т2 и всех вышележащих. Основной вопрос кроется в том, какой мощности может быть прослой туффитов или серия туффитовых прослоев, соответствующих прослою туфов?

По имеющимся наблюдениям, туфовый прослой Т1, мощностью в среднем около 7 мм, переходит в туффиты мощностью от 2 до 3 см (скв. 6) или туффитовую серию от 6–7 см (скв. 23) до 14 см (скв. 24). Здесь необходимо учитывать особенность строения туффитовых серий, в которых тонкие слойки (первые мм), насыщенные туфогенным материалом, чередуются с более мощными (первые см) интервалами породы с крайне низкой насыщенностью пирокластическим веществом. Поэтому, если брать в расчет максимально концентрированную вулканокластиковую разность туффитов или туффитовой серии (суммарно выходит около 2–3 см), то в описанных примерах можно судить о разбавлении осадочным веществом минимум в три раза. Данное соотношение можно использовать в самых первых приближениях при нормировке мощности туффитов на «неразбавленные туфы» при оценке суммарного количества поступившего дистального вулканического вещества.

Сменяемость туфов туффитами на едином стратиграфическом уровне, вероятно, является следствием седиментационного режима и подвижности придонных вод. В таком случае морфологию вулканогенных прослоев можно использовать в качестве дополнительного инструмента при палеогеографическом анализе.

#### 4.6 Микроэлементный состав силицитов баженовской и тутлеймской свит и туфогенного материала разных пирокластических уровней

По химическому составу силициты и туфогенные прослои в целом различаются. Состав последних имеет значительные вариации, среди них можно выделить *туфы*, изначально сложенные преимущественно вулканокластическим веществом и *туффиты*, в которых в значительных количествах присутствует ксеногенный осадоч-

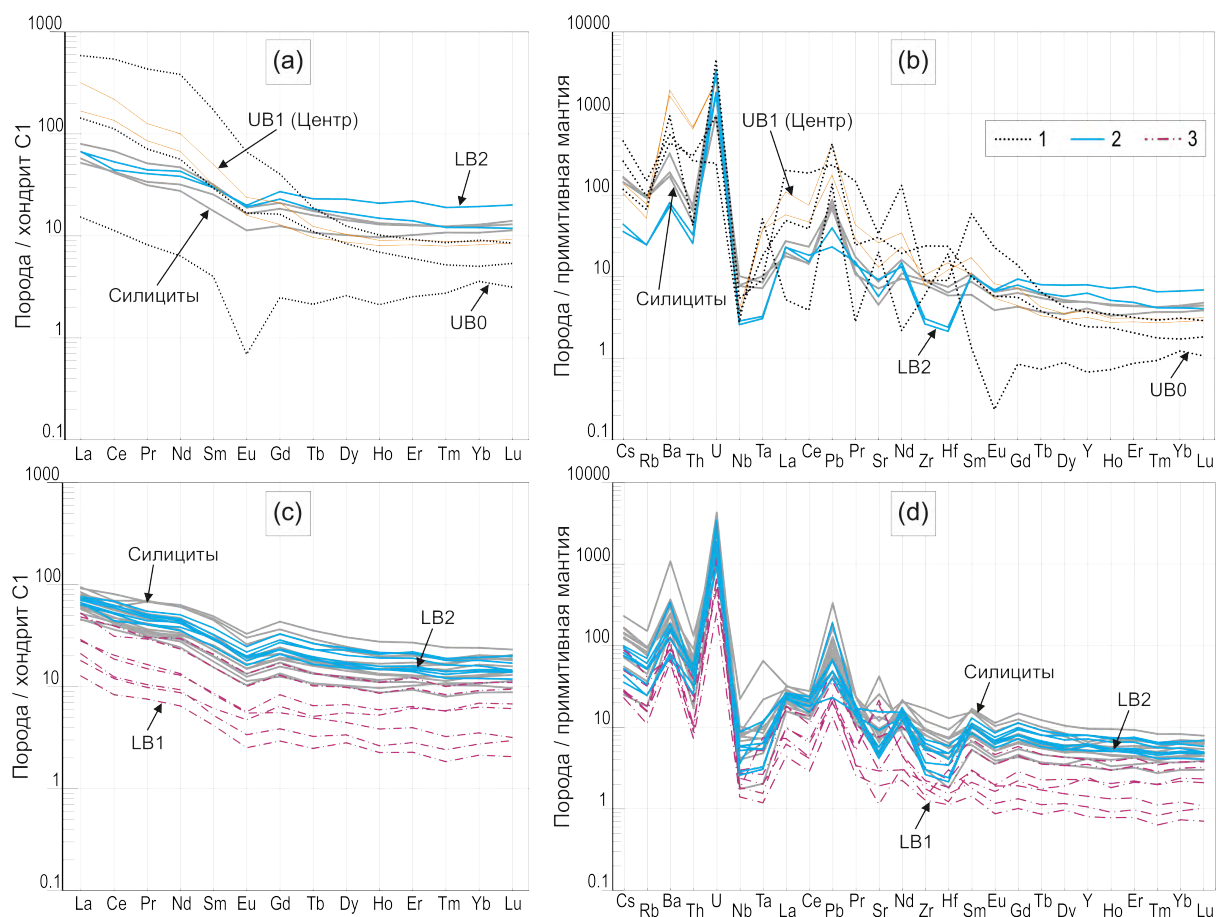


**Рис. 17:** Особенности микроэлементного состава туфогенного вещества в субрегиональных пирокластических уровнях. а, с, е – диаграммы распределения РЗЭ; b, d, f – мультиэлементные диаграммы. Нормировано к хондриту C1 и примитивной мантии [Sun и McDonough, 1989] соответственно. а, b – характер изменчивости состава туфов уровня UB1 по площади (выборка по всей изученной территории); с–f – сравнение составов на 3–ЮЗ территории: с, d – туфы UB1 и вмещающие силициты, е, f – туфы UB1, UB2, UB3 и UB4. Условные обозначения: 1–4 – состав туфов UB1 в восточной (1), юго-восточной (2), центральной (3) и запад-юго-западной (4) частях территории; 5 – состав вмещающих пород; 6–8 – состав туфов UB2 (6), UB3 (7), UB4 (8).

ный материал, что вносит коррективы в распределение микроэлементов и не позволяет надежно охарактеризовать состав пирокластики в подобных разностях. Нами было установлено, что ту-

фы, переходящие по латерали в туффиты, теряют свою геохимическую контрастность по отношению к вмещающим породам. Туффиты с наиболее высоким содержанием осадочного матери-





**Рис. 18:** Особенности микроэлементного состава туфогенного вещества в субрегиональных пирокластических уровнях. а, с – диаграммы распределения РЗЭ; b, d – мультиэлементные диаграммы. Нормировано к хондриту C1 и примитивной мантии [Sun и McDonough, 1989] соответственно. а, b – сравнение составов туфов UB0, UB1, туффитов LB2 и вмещающих пород на ограниченной области в центральной части изученной территории; с, d – сравнение туффитов LB1, LB2 и вмещающих пород (вся изученная выборка). Условные обозначения: 1 – туфы UB0, 2 – туффиты LB2, 3 – туффиты LB1. Остальные условные обозначения см. на рис. 17.

ала, а также туффиты со следами перебива становятся практически неузнаваемыми в спектрах распределения микроэлементов на фоне вмещающих пород. Таким образом, по туфам мы анализировали геохимию вулканического события, а по туффитам изучались только их качественные отличия в микроэлементном составе по сравнению с туфами и вмещающими породами (рис. 17, рис. 18).

**Силициты.** В пачках баженовской и тутлеймской свит, содержащих туфы и туффиты (пачки 3, 4а, 4b, 5а и предположительно 5b), может быть выделено множество литологических типов силицитов (более 10), что обусловлено неравномерностью соотношения кремнистой, глинистой и органической составляющих в этих породах, а также вариативностью присутствия карбонатного и сульфидного материала. Однако на графиках распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) и мультиэлементных диаграммах норми-

рованные (по [Sun и McDonough, 1989]) составы пород разных литотипов и пачек в пределах западной (рис. 17с, d) и центральной (рис. 18) частей изученной территории демонстрируют весьма схожий характер распределения элементов-примесей. Суммарные концентрации РЗЭ (La–Lu) в пачках 3–5b составляют от 60 до 146 г/т (среднее 95, медианное 84 г/т), легких РЗЭ (La–Eu) – от 50 до 116 г/т (среднее 78, медианное 68 г/т), а тяжелых (Gd–Lu) – от 10 до 30 г/т (среднее 17, медианное 16 г/т). Отношение La/Yb находится в пределах от 4,7 до 8,9, среднее 6,1, Gd/Yb – от 1,2 до 2,3, среднее 1,7.

**Туфы.** Все изученные туфы, в целом, имеют близкие геохимические характеристики, свойственные вулканитам надсубдукционных обстановок [Панченко и др., 2021]. Однако необходимо отметить некоторые вариации микроэлементного состава в разных туфовых прослоях баженовской и тутлеймской свит, от нижнего пиро-

кластического уровня – к верхнему, а также в их площадном распространении. Принимая во внимание огромный размер изученной территории, с вытекающей неизбежной изменчивостью состава по площади как выдержанных баженовских пачек, так и туфогенных прослоев (рис. 17а, б), в данной статье мы проводим сравнительный анализ туфов, развитых только в западной и центральной областях (рис. 17, рис. 18).

*Уровень UB0.* Туфовые прослои уровня UB0 (прослои T0a и T0b) показывают существенный разброс содержаний легких РЗЭ (La–Eu, сумма от 15 до 700 г/т), и незначительный – тяжелых РЗЭ (Gd–Lu, сумма от 3 до 8 г/т). По имеющимся данным их состав можно обозначить как невыдержанный (рис. 18а, б), что вероятно связано с крайне малой мощностью этих прослоев (менее 1 мм), поэтому вторичные изменения в этих туфах могли быть проявлены с максимальной интенсивностью.

*Уровень UB1.* Самый мощный прослой туфов субрегионального уровня UB1 (прослой T1) изучен наиболее полно (39 анализов) и по всей изученной территории. Для этих туфов характерны близкие спектры распределения редких и рассеянных элементов, с закономерным ростом концентраций РЗЭ (с 40–50 до 200–400 г/т) и некоторых несовместимых крупноионных и высокозарядных элементов (Th, Nb, Sr, Zr) в направлении движения по изученной площади с З–ЮЗ на В–СВ (рис. 17а, б), что связывается нами с дифференциацией исходной тefры в атмосфере [Панченко, 2021]. Туфы UB1 отличаются высоким содержанием (г/т) Cs (2–22, среднее 5), Rb (25–113, среднее 50), La (9–90, среднее 35), Ce (20–200, среднее 75) и очень высоким – Ba (600–23 000, среднее 8000), Th (20–90, среднее 56), U (3–74, среднее 41) и Pb (20–130, среднее 50). Минимальные концентрации большинства приведенных элементов (кроме Pb и Ba) наблюдаются в западных областях территории. Нормированные к примитивной мантии спектры распределения элементов-примесей характеризуются отчетливыми максимумами по Ba, U, Pb и Hf, с устойчивым для всей выборки минимумом по Nb (рис. 17а, б). Обогащение туфов крупноионными литофильными элементами, а также проявленные Nb-минимум и Pb-максимум могут свидетельствовать об образовании туфового материала в надсубдукционной геодинамической обстановке. Отсутствие Ta-минимума, свойственного надсубдукционным образованиям, вероятно, является особенностью этих туфов. Природа разного соотношения Nb и Ta в исходных магматических породах может быть связана с дифференциацией магм [Tang и др., 2019].

В пределах западной части изученной территории состав туфов UB1 имеет существенно меньший разброс концентраций (вероятно, за счет меньшего влияния атмосферной дифференциации) и имеет следующие характеристики: суммарное содержание РЗЭ от 43 до 123, среднее 89 г/т, из них сумма легких РЗЭ (La–Eu) составляет от 40 до 120, среднее 86 г/т, тяжелых (Gd–Lu) – от 3 до 5, среднее 3,2 г/т. Отношение La/Yb составляет от 19 до 60, среднее 39, Gd/Yb – от 1,4 до 2,6, среднее 1,9.

По сравнению с баженовскими силицитами из пачек 3, 4а, 4б и 5а туфы UB1 отличаются пониженными концентрациями урана и большинства РЗЭ (от Sm до Lu), более высокими содержаниями Ba, Th, Ta, Pb и Hf (рис. 17с, d),

*Уровень UB2.* Туфы уровня UB2 (прослой T2) обладают схожими с UB1 геохимическими характеристиками (рис. 17е, f), отличаясь более низкими содержаниями Th, Ta, Zr и более высокими концентрациями тяжелых РЗЭ (Ho–Lu). Сумма РЗЭ (г/т) в UB2 от 64 до 143, среднее 100, из них легких (La–Eu) от 61 до 139, среднее 96, тяжелых (Gd–Lu) – около 4. Отношение La/Yb составляет от 14 до 38, среднее 26, Gd/Yb – от 1 до 1,8, среднее 1,3.

*Уровень UB3.* Вышележащие туфы уровня UB3 (прослой T3а) также близки к составу UB1, но отличаются повышенными концентрациями Nb, Nd, Sm, Eu и тяжелых РЗЭ, при сопоставимых содержаниях Th, Ta и Zr. От туфов уровня UB2 отличаются более высоким содержанием Th, Ta, Sm и тяжелых РЗЭ (Gd–Yb) (рис. 17е, f). Кроме этого, на графиках распределения микроэлементов туфы UB3 отличаются от туфов в UB1 и UB2 локальным минимумом по Sr. Сумма РЗЭ (г/т) от 85 до 197, среднее 147; сумма легких РЗЭ от 76 до 187, среднее 136; тяжелых – от 9 до 15, среднее 12; La/Yb от 11 до 32, среднее 18; Gd/Yb – от 1,8 до 2,8, среднее 2,4.

*Уровень UB4.* Химические составы туфов из прослоев T3 и T4 практически неотличимы, что позволяет их рассматривать в составе единого пирокластического уровня UB4. Для туфов UB4 характерна меньшая выдержанность состава, чем в UB1 – UB3, но повсеместно они характеризуются наивысшими содержаниями РЗЭ (сумма от 80 до 260, среднее 155 г/т) и наличием на РЗЭ-диаграммах (рис. 17е, f), минимума по Eu. Сумма легких РЗЭ составляет (г/т) от 70 до 223, среднее 137, тяжелых – от 9 до 33, среднее 18; La/Yb от 12 до 22, среднее 16; Gd/Yb – от 3 до 6, среднее 4,3.

Таким образом, в пределах западной части изученной территории при движении снизу вверх по разрезу от туфов уровня UB1 к туфам UB4 отме-

чается рост суммарного содержания РЗЭ (средние значения в UB1 89, UB2 – 100, UB3 – 147, UB4 – 155 г/т), в особенности тяжелых (Gd–Yb, средние значения в UB1 3,2, UB2 – 4, UB3 – 12, UB4 – 18 г/т). При этом отношение La/Yb меняется от UB1 к UB4 соответственно 39 – 26 – 18 – 16, а Gd/Yb 1,9 – 1,3 – 2,4 – 4,3 (приведены средние значения).

**Туффиты.** Далее рассмотрим состав нижних пирокластических уровней LB1 и LB2, которые представлены исключительно туффитами.

Туффиты LB1 и LB2 обладают схожими распределениями элементов-примесей. (рис. 18). Туффитам этих уровней свойственно обогащение Ba, U, Pb при отчетливых минимумах по Nb–Ta и Zr–Hf. Для всех прослоев туффитов (ТТ1, ТТ2 и ТТ3) уровня LB1 характерен значительный разброс суммарных концентраций РЗЭ (в 4 раза: от 15 до 70, среднее 39), особенно средних и тяжелых (Sm–Lu). Сумма тяжелых РЗЭ меняется от 2,3 до 12,1, то есть в 5 раз (среднее 6,2 г/т). Мы полагаем, что такой большой разброс может быть связан с неравномерным содержанием терригенных глинистых минералов и ОВ в составе туффитов. Согласно работе [Занин и др., 2011], глинистые минералы в баженовской свите являются хорошими концентраторами РЗЭ, особенно легких, а ОВ ответственно за концентрацию средних и тяжелых РЗЭ. При этом отношения La/Yb и Gd/Yb в туффитах LB1 характеризуются относительным постоянством и составляют от 6 до 11 (среднее 8) и от 1,6 до 1,9 (среднее 1,7) соответственно. В отличие от LB1, вся выборка туффитов вышележащего уровня LB2 отличается схожими концентрациями микроэлементов, в том числе РЗЭ: суммарное содержание РЗЭ от 88 до 120, среднее 100, медианное 97 г/т; легких РЗЭ – от 71 до 97, среднее 82 г/т, тяжелых – от 15 до 23, среднее 19 г/т; La/Yb меняется от 5 до 8, среднее 6, а Gd/Yb – от 1,7 до 2,3, среднее 2. Вероятно, это связано с преобладанием в них ксеногенного осадочного материала, который в данном случае усредняет состав туффитов, в то же время приближая его к баженовским силицитам из вмещающих пачек (рис. 18а, б).

Распределение РЗЭ и других микроэлементов в туффитах в целом сопоставимо с распределениями во вмещающих породах. При этом по сравнению с баженовскими силицитами все изученные туффиты отличаются несколько меньшим обогащением Cs, Rb, Ba, Th, Pb и относительно более высокими концентрациями тяжелых РЗЭ, а также более выраженными минимумами Nb–Ta и Zr–Hf (рис. 18с, d).

Туффиты уровня LB1 по сравнению с породами пачек 3 и 4а существенно обеднены РЗЭ

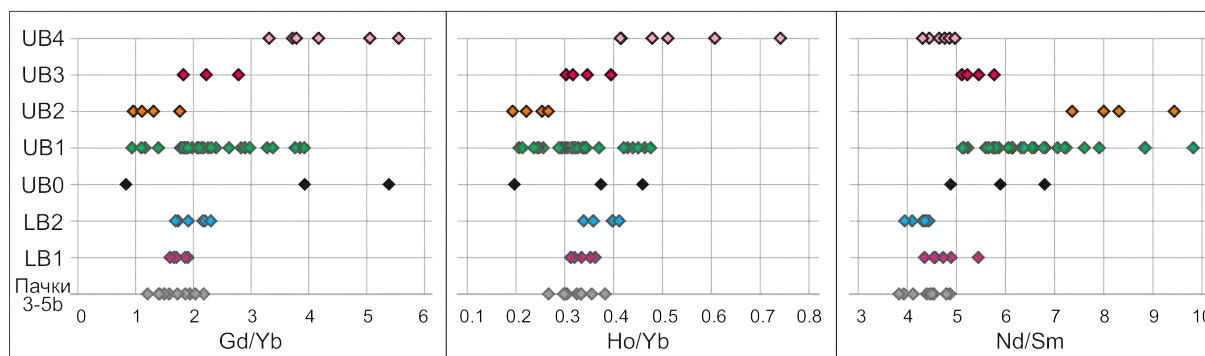
и микроэлементами в целом, что роднит их с вышележащими туфами UB0 и UB1. Туффиты LB2 заметно обогащены всеми микроэлементами по сравнению с LB1, достигая значений уровня вмещающих пород (рис. 18). Туффиты уровня LB2 от баженовских силицитов отличаются несколько повышенными содержаниями большинства тяжелых РЗЭ (Gd–Er), что особенно наглядно при сравнении туффитов и вмещающих пород, взятых непосредственно из одного интервала (рис. 16а, б).

Основные отличия туфов и туффитов из разных стратиграфических уровней выражаются в содержании Th, Eu, легких и тяжелых РЗЭ (рис. 17, рис. 18), соотношениях Gd/Yb, Ho/Yb, Yb/Lu, Zr/Hf, Nd/Sm. Наиболее контрастные отличия туфогенного материала из разных уровней проявлены в соотношениях Gd/Yb, Ho/Yb, Nd/Sm. Эти различия позволили установить качественные и количественные отличия микроэлементного состава (табл. 3, рис. 19), что служит дополнительным индикатором стратиграфической приуроченности туфогенных прослоев.

#### 4.7 Оценка изменчивости мощностей пирокластических прослоев

Мощность самого широко прослеживаемого туфового прослоя Т1 на обширной площади практически не меняется (за локальными исключениями) и находится в пределах 6–8 мм в среднем. Все вышележащие тонкие прослои пирокластиков, приуроченные к пачкам 4б–5а и к низам фроловской свиты, тоже имеют выдержанную мощность с колебаниями в пределах 1–2 мм. Это даже с учетом их литификационного уплотнения позволяет говорить о постоянстве мощности данных прослоев в пределах изученной территории.

Мощность интервалов с туффитами нелинейно растет с запада на восток и в южном направлении (рис. 11). Однако это происходит, скорее всего, за счет разбавления пирокластического материала осадочным глинистым. Наиболее концентрированные по количеству вулканогенного материала туффитовые разности наблюдаются в самых конденсированных разрезах западной части территории исследований. Здесь туффиты пирокластических уровней LB1–LB2 достигают суммарной мощности не более 20 см (скв. 37 – 18 см, скв. 59 – 16 см, скв. 64 – 19 см, скв. 81–82 – 7–9 см). В скв. 127, расположенной также в западном районе, но значительно южнее (южные структуры Фроловской мегавпадины), суммарная толщина туффитовых серий пирокластического уровня LB1 достигает 35 см, уровня LB2 – 15 см. Увеличение мощности туффитовых серий объясня-



**Рис. 19:** Распределение значений соотношения некоторых элементов в туфогенном веществе из разных пирокластических уровней и во вмещающих породах.

Таблица 3: Соотношения некоторых элементов в туфогенном веществе пирокластических уровней и в баженовских силицитах. Приведены значения по всей выборке изученных образцов (вся изученная территория)

| Уровень                          | Значение         | La/Yb        | Gd/Yb       | Ho/Yb       | Yb/Lu       | Zr/Hf        | Nd/Sm       |
|----------------------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| UB4 (T3+T4)                      | min              | 11,52        | 3,31        | 0,41        | 6,66        | 4,31         | 4,31        |
|                                  | max              | 22,06        | 5,56        | 0,74        | 8,13        | 33,30        | 4,97        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>15,82</b> | <b>4,27</b> | <b>0,53</b> | <b>7,25</b> | <b>17,95</b> | <b>4,67</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>14,68</b> | <b>3,98</b> | <b>0,50</b> | <b>7,22</b> | <b>17,42</b> | <b>4,71</b> |
| UB3 (T3a)                        | min              | 11,00        | 1,83        | 0,29        | 6,68        | 16,41        | 5,11        |
|                                  | max              | 32,46        | 2,78        | 0,39        | 7,14        | 37,80        | 5,77        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>18,01</b> | <b>2,40</b> | <b>0,33</b> | <b>6,95</b> | <b>26,26</b> | <b>5,39</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>14,29</b> | <b>2,50</b> | <b>0,32</b> | <b>6,98</b> | <b>25,42</b> | <b>5,34</b> |
| UB2 (T2)                         | min              | 14,47        | 0,96        | 0,19        | 5,74        | 13,09        | 7,36        |
|                                  | max              | 38,40        | 1,77        | 0,27        | 6,52        | 28,67        | 9,44        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>25,50</b> | <b>1,29</b> | <b>0,23</b> | <b>6,20</b> | <b>21,57</b> | <b>8,28</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>24,56</b> | <b>1,21</b> | <b>0,24</b> | <b>6,28</b> | <b>22,26</b> | <b>8,16</b> |
| UB1 (T1)                         | min              | 8,26         | 0,94        | 0,21        | 4,85        | 12,53        | 5,13        |
|                                  | max              | 59,67        | 3,92        | 0,48        | 7,88        | 28,08        | 9,83        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>30,07</b> | <b>2,32</b> | <b>0,33</b> | <b>6,62</b> | <b>20,62</b> | <b>6,57</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>28,51</b> | <b>2,14</b> | <b>0,32</b> | <b>6,69</b> | <b>19,12</b> | <b>6,32</b> |
| UB0 (T0a+T0b)                    | min              | 5,95         | 0,84        | 0,20        | 6,27        | 11,29        | 4,89        |
|                                  | max              | 89,88        | 5,39        | 0,46        | 7,63        | 36,56        | 6,80        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>45,13</b> | <b>3,38</b> | <b>0,34</b> | <b>7,01</b> | <b>28,02</b> | <b>5,86</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>39,56</b> | <b>3,93</b> | <b>0,37</b> | <b>7,13</b> | <b>36,21</b> | <b>5,90</b> |
| LB2 (TT4)                        | min              | 4,81         | 1,69        | 0,34        | 6,47        | 38,93        | 3,95        |
|                                  | max              | 7,72         | 2,30        | 0,41        | 7,39        | 50,88        | 4,45        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>6,26</b>  | <b>2,00</b> | <b>0,38</b> | <b>6,91</b> | <b>44,73</b> | <b>4,26</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>6,24</b>  | <b>2,04</b> | <b>0,38</b> | <b>6,84</b> | <b>45,39</b> | <b>4,34</b> |
| LB1 (TT1–TT3)                    | min              | 6,16         | 1,60        | 0,31        | 6,19        | 17,07        | 4,35        |
|                                  | max              | 11,08        | 1,91        | 0,36        | 7,42        | 52,28        | 5,45        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>8,45</b>  | <b>1,74</b> | <b>0,33</b> | <b>6,78</b> | <b>42,92</b> | <b>4,76</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>8,18</b>  | <b>1,70</b> | <b>0,33</b> | <b>6,80</b> | <b>47,33</b> | <b>4,65</b> |
| Вмещающие породы<br>(пачки 3–5b) | min              | 4,70         | 1,21        | 0,27        | 6,06        | 44,46        | 3,84        |
|                                  | max              | 8,90         | 2,31        | 0,38        | 7,04        | 61,18        | 4,87        |
|                                  | <b>среднее</b>   | <b>6,11</b>  | <b>1,74</b> | <b>0,32</b> | <b>6,56</b> | <b>49,54</b> | <b>4,39</b> |
|                                  | <b>медианное</b> | <b>5,61</b>  | <b>1,73</b> | <b>0,32</b> | <b>6,62</b> | <b>48,05</b> | <b>4,46</b> |



ется расположением разрезов ближе к южному источнику терригенного вещества, где была развита обширная мелководная зона и расположены не перекрытые баженовским морем палеоострова [Конторович и др., 2013] на Демьянском, Старосолдатском мегавалах и соседних структурах (рис. 1).

В разрезах с высокой долей терригенной глинистой составляющей на востоке и юго-востоке изученной территории суммарная мощность туффовых серий пирокластического уровня LB1 достигает 40–44 см (скв. 6, 132). При этом здесь же отмечается значительный разброс значений толщин LB1, который даже в соседних скважинах изменяется от 15 до 28 см (скв. 124 и 123 соответственно), то есть в два раза. Приведенная оценка мощностей получена на разрезах с полным выносом керна и с надежно идентифицированными туфогенными прослоями.

В итоге, оценка мощностей туффовых серий показывает одинаковый или, как минимум, сопоставимый разброс их значений, если нормировать их на содержание ксеногенного осадочного материала. Изменения мощностей туффов несут скорее локальный характер и связываются с колебаниями скорости фоновой седиментации, на которые прямое влияние оказывала удаленность от источников терригенно-глинистого привноса.

Таким образом, можно сделать вывод о постоянстве количества пирокластического материала на каждом из этапов его осаднения в пределах территории исследований. С одной стороны, это означает, что анализ мощности туфовых и тем более туффовых прослоев не может использоваться в определении местоположения источника пеплов или направления господствующих ветров. С другой стороны, учитывая тонкий размер частиц и их субглобальный перенос (значительно более 1 тыс. км), вряд ли даже на такой обширной изученной площади (830×900 км) стоит ожидать строгую дифференциацию количества осаждающегося вещества.

## 5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Учитывая характерный облик обсуждаемых вулканогенных прослоев (бурые, обычно рыхлые и глинистые) и часто свойственную аномально яркую люминесценцию в УФ (ярко-желтый и оранжевый цвета) можно предположить, что эти прослои могли отмечаться и нашими предшественниками, но опубликованных материалов на этот счёт обнаружить не удалось. При этом наличие пирокластического материала в баженовской свите и ее аналогах, а также выше- и нижележащих интервалах юры и мела указывалось

во множестве работ [Ван, 1973, 1974; Ван и др., 2011; Ермолова, 2003; Канышева, 1975; Карнюшина, 2003; Предтеченская и Малюшко, 2016; Саркисян и Процветалова, 1964, 1968], но скорее в виде примеси в осадочных породах. И только А. В. Ваном и его соавторами [Ван, 1973, 1974; Ван и др., 2011] упоминались вулканогенные прослой, но без детального описания, ввиду чего их диагностика при последующих исследованиях оказалась затруднительной. По этим причинам у нас не было возможности сопоставить свои материалы и выводы с более ранними работами 1960–1970-х и 2000-х годов. Из более новых работ [Булатов и др., 2021, 2017; Бумагина и др., 2018; Кондрашова, 2020, 2021; Шалдыбин и др., 2018; Shaldybin и Kondrashova, 2019; Shaldybin и др., 2019] только Т. Д. Булатовым с коллегами приводится привязка туфовых прослоев с глубинами керна в скважинах. Поэтому для систематизации туфогенных уровней другие опубликованные данные использовать не удалось.

Было выявлено несколько новых туфогенных уровней в разрезе, не описанных ранее. Если исключить находки туфов, встреченные по одному разу, то в общей сложности можно говорить о 12 прослеживаемых туфогенных интервалах в баженовской и тутлеймской свитах и низах фроловской свиты. Выполненная ревизия последовательности пирокластических прослоев дополняет общую событийную и палеогеографическую картину и, вместе с этим, идентификация отдельных пирокластических уровней становится более достоверной за счет исключения ошибок при неправильном сопоставлении туфогенных уровней с литостратиграфическими пачками.

В отношении вулканогенных прослоев во фроловской свите и ее стратиграфических аналогах требуются дополнительные систематические наблюдения и полноценные исследования.

Установлено, что различия разновозрастных вулканогенных прослоев выражены в количестве аккумулярованной в морском бассейне пирокластики, выраженном в мощности слоев, гидродинамических условиях седиментации и в особенностях вторичных изменений.

Удалось более полно охарактеризовать морфологию туффовых слоев. Обнаружено, что у наиболее ранних туффовых серий ТТ1–ТТ3 морфология и особенности строения прослоев сохраняются на огромной территории (рис. 2). Установлены отличительные признаки туффовых серий, что позволило более четко описать их площадь распространения и уточнить стратиграфическое положение. Причина устойчивости морфологии туффов, по нашему мнению, кро-



ется в особенности гранулометрического состава исходных вулканических частиц. В зависимости от размера, формы и плотности, вулканокластические компоненты оседали с разной скоростью, вероятно, порционно и дозированно, в результате чего формировалась либо единая градационная серия (прослой ТТ1), либо несколько градационно устроенных слоев (ТТ2, ТТ3). Очевидно, что на особенности седиментации важнейшее влияние оказал также гидрологический режим. Вероятно, наибольшее влияние подвижности придонных вод было при формировании туффитов ТТ4, на что указывает их линзовидный облик (рис. 3, 4).

Туффиты в центральной области развития баженовских и тутлеймских отложений (Широтное Приобье) маркируют пачку 3 и подошвенные слои пачки 4а, охватывая стратиграфический интервал в пределах средневожского подъяруса верхней юры (аммонитовые зоны *Laugeites groenlandicus* – *Epilaugeites vogulicus* и частично *Praechetaites exoticus*). В южном (север Тюменской области) и юго-восточном (юго-восток ХМАО и Томская область) районах изученной территории туффиты замещают некоторые верхние прослои туфов, поэтому отмечаются и в более высоких интервалах разреза – вплоть до пачки 5а, что расширяет их возрастной диапазон до рязанского яруса нижнего мела (аммонитовая зона *Hectoroceras kochi* и, возможно, более молодой интервал).

Распределение соотношения туфового и туффитового материала на одном стратиграфическом уровне связывается с гидродинамическим режимом и темпами седиментации, которые в разное время и в разных частях баженовского бассейна отличались. На юго-восточной части изученной территории скорости седиментации и объемы поступающего глинистого материала были выше в связи с близостью терригенного источника на востоке (Сибирская платформа и Алтае-Саянская складчатая область). Дополнительный источник обломочного вещества в баженовское время присутствовал на юге изученной территории (Демьянский и Старосолдатский мегавалы и другие высокие структуры, не перекрытые морем). Поток терригенного вещества разбавлял пирокластику при ее аккумуляции, что формировало туффитовые прослои и их серии, в некоторых случаях, возможно, перемывал туфогенное вещество (линзовидные туффиты ТТ4), тогда как в центральной области изученной территории этим прослоям могли соответствовать чистые туфы.

Таким образом, туффиты указывают на специфический режим седиментации: относительно

низкие скорости осаждения, но в областях с периодическим поступлением терригенного материала (тонкого алеврита и пелита). Туфы распространены в областях, наиболее удаленных от источников терригенного вещества, для которых были свойственны крайне низкие темпы осаждения любого осадочного материала, в том числе биогенного. Анализ мощности осадочной породы между известными туфами и туффитами позволяет судить об относительной скорости накопления тех или иных интервалов разреза.

Основная практическая польза ископаемых пирокластических прослоев заключается в их изохронности за счет практически мгновенного осаждения пеплового материала в геологических масштабах времени (несколько дней в зависимости от глубины моря и гидродинамической составляющей).

Черные сланцы баженовской и тутлеймской свит формировались в течение длительного периода (до 10 млн лет) на фоне конденсированного режима осадконакопления, дефицита кислорода, периодически возникающих условий ненакопления, размыва, перераспределения вещества. Мощности этих отложений крайне малы (баженовский и нижнетутлеймский разрезы на изученной территории достигают 15–55 м), однако они содержат в себе колоссальный источник геолого-исторических данных в объеме нижневожского – нижней части нижневаланжинского подъярусов. Внутрiformационная изменчивость этих отложений по латерали вызывает существенные сложности при детальном сопоставлении разрезов на обширной площади их распространения (рис. 8–11). Пирокластические уровни в решении этих задач могут выступать как реперные маркеры, пригодные для расчленения и изохронной корреляции разрезов (рис. 16). Кроме того, они указывают на режим седиментации и позволяют оценить стратиграфическую полноту вмещающих отложений.

С одной стороны, прослои с дистальной вулканокластикой маркируют самые конденсированные интервалы разреза (рис. 16). С другой стороны, все же стоит отметить, что наибольшее скопление туфогенного материала приурочено к интервалу пачки 3 и низам 4а (рис. 12): по количеству, частоте встречаемости (суммарно до 10 прослоев на 2–6 м вмещающих черных сланцев) и мощности слоев (отдельные насыщенные пирокластикой слои достигают 2–3 см). При этом общую мощность всех тонких слоев, концентрирующих вулканокластику, в этом интервале разреза мы оцениваем в пределах 10 см. На этом основании можно сделать предположение, что наибольшее количество дистального пирокласти-

ческого материала в центральную часть баженовского бассейна поступало в конце средневожского времени (фазы *Laugaites groenlandicus* – *Praechetaites exoticus*). В рязанское и ранневалаханжское время (пачки 4b, 5a и низы фроловской свиты) при сопоставимых и даже более низких скоростях седиментации, туфового материала отмечено крайне мало – до 5 прослоев на 6–14 м разреза, каждый из которых редко достигает мощности 2–3 мм. Эти обстоятельства можно связывать либо с интенсивностью вулканизма на сопряженных территориях, либо с изменением направления преобладающих ветров в это время.

Данные о микроэлементном составе указывают на постоянство вулканогенного источника, который в период от средневожского до позднерязанского времени соответствовал надсубдукционной обстановке, а постепенное обогащение РЗЭ вверх по разрезу в дистальных продуктах извержения можно связать с эволюцией геодинамической системы. В нашей предшествующей работе [Панченко и др., 2021] в качестве наиболее вероятного источника пеплов обосновывается Закавказье. Возможен также вариант Верхояно-Чукотской области, однако значительно более отдаленной от рассматриваемой территории Западной Сибири, и плохо согласующийся с полученной площадной зональностью состава баженовских и тутлеймских туфов, которая указывает на перенос пеплов с запада (или юго-запада) на восток (северо-восток). Вулканические провинции близкого возраста также известны и в других районах (Земля Франца-Иосифа, Североморский регион, Забайкалье). Тем не менее, для всех этих областей магматизма характерна внутриконтинентальная трапшовая или рифтогенная геодинамическая обстановка, а состав и петрохимические характеристики вулканитов [Карякин и др., 2009; Ярмолюк и др., 2019; Bergelin и др., 2011; Карякин и др., 2021] резко отличаются от таковых в баженовских туфах. Кроме того, имеются сведения о дацитовом вулканизме в позднелурское – раннемеловое время в пределах Вилуйской синеклизы и Предверхоянского прогиба [Гриненко и Баранов, 2021], однако данных по составу этих вулканитов в публикациях нет.

## 6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В черносланцевых тутлеймских, баженовских и перекрывающих их в западном районе Фроловской мегаплатины фроловских отложениях систематически отмечаются прослои с ископаемым туфовым веществом. Происхождение последнего связывается с субглобальным распространением дистальной пирокластике в поздней юре –

раннем мелу, при ее воздушном переносе более чем на 1 тыс. км. Сравнительно небольшие порции тонкого (алевро-пелитового) вещества оседали в относительно глубоководном эпиконтинентальном морском бассейне Западной Сибири, достигали дна в спокойных условиях гидрологии и сохранялись в виде самостоятельных прослоев при невысокой скорости фоновой седиментации и отсутствии биотурбации. Этим объясняется приуроченность и наибольшая частота встречаемости дистальных туфов и туффитов к наиболее конденсированному и углеродистым интервалам черносланцевых разрезов.

Систематизация накопленного за многие годы фактического материала о туфах и туффитах позволила установить четкие признаки их строения, люминесценции, и состава. По результатам получены индикаторные характеристики для наиболее часто встречаемых и лучше всего прослеживаемых прослоев. Кроме того, произведенные обобщения позволили установить заведомо большее количество вулканогенных прослоев, в том числе, субрегионального распространения. Выделено восемь субрегиональных пирокластических уровней, прослеживаемых по всей центральной части Западной Сибири.

Нижний пирокластический уровень LB1 отмечается в баженовских пачках 3 (чаще) и 4a (реже), повсеместно представлен сериями туффитовых слоев со специфической морфологией строения (рис. 2) и наиболее низким содержанием тяжелых РЗЭ среди всех туффитов (2,3–12,1 г/т), маркирует средневожские отложения в интервале аммонитовых зон *Laugaites groenlandicus* – *Epilaugaites vogulicus*.

Следующий выше уровень LB2 тяготеет к границе пачек 3 и 4a и характеризуется туффитами с наименее выдержанным строением (рис. 3, 4) и наибольшей насыщенностью ксеногенного осадочного материала, отчего их микроэлементный состав близок к вмещающим баженовским породам, от которых они отличаются повышенными содержаниями тяжелых РЗЭ (Gd–Lu) и более низкими концентрациями Cs, Rb, Ba, Nb, Ta, Zn и Hf. Туффиты LB2 отмечаются в пределах аммонитовых зон *Laugaites groenlandicus* – *Praechetaites exoticus* средневожского подъяруса.

Вышележащий уровень UB0, также расположенный в пределах границы пачек 3 и 4a, представлен двумя очень тонкими (менее 1 мм) туфами, которые часто по латерали переходят в туффиты и туффитовые серии с невыдержанным строением. Ввиду очень малого объема туфогенного вещества, оно претерпело сильнейшие изменения в ходе наложенных геологических про-

цессов под влиянием вмещающих пород, отчего морфология и состав в прослоях сильно варьируются, а площадное распространение имеет пятнистый характер. Тем не менее, данный туфогенный уровень отмечается систематически и играет роль дополнительного стратиграфического ориентира в одном из наиболее конденсированных интервалов черносланцевого разреза – в зоне *Praechetaites exoticus* средневожского подъяруса.

Пирокластический уровень UB1 является самым изученным и чаще всего опознается исследователями, так как в подавляющем числе случаев представлен наиболее мощными туфами бурого цвета вторично глинистого состава мощностью 6–12 мм. Реже сложен туффитами или туффитовой серией. Отмечается в пачке 4а и очень редко – пачке 3. Туфы UB1 развиты на самой обширной площади и на своем латеральном протяжении в направлении с запада на восток концентрации некоторых микроэлементов в их составе меняются в 5–10 раз. В западных и юго-западных районах состав этих туфов может считаться ближе к исходному, и содержание суммы РЗЭ (La–Lu) здесь достигает в среднем 89 г/т, а тяжелых (Gd–Lu) – 3–5 г/т, со средним соотношением La/Yb – 39, а Gd/Yb – 1,9. Общая выборка (всех изученных образцов туфов UB1) характеризуется следующими показателями: La/Yb – 30, Gd/Yb – 2,32, Ho/Yb – 0,33, Nd/Sm – 6,57 (табл. 3). Пирокластический уровень маркирует приграничный средне-верхневожский интервал в пределах зоны *Praechetaites exoticus*.

Следующий выше уровень UB2 имеет выдержанную литостратиграфическую приуроченность и отмечается только в пределах высокоуглеродистой иноцерамовой пачки 4b (со скоплениями двустворок *Inoceramus*). Представлен тонким (до 2 мм) прослоем туфов, изредка – туффитов. В западных районах в его составе концентрации РЗЭ составляют в среднем 100 г/т, из них легких (La–Eu) – 96 г/т, тяжелых (Gd–Lu) – 4 г/т, а отношение La/Yb составляет в среднем 26. Данный уровень отличается наиболее низкими значениями Gd/Yb (0,96 – 1,77) и Ho/Yb (0,19 – 0,27), и наиболее высокими Nd/Sm (7,36 – 9,44) среди всех тонких туфов верхней толщи баженовской свиты и нижнетутлеймской подсвиты. Уровень UB2 датируется зоной *Praetolia maupci* рязанского яруса нижнего мела.

Уровень UB3 встречается в пределах интервала силицитов углеродистых со скоплениями раковин *Buchia*, который маркирует подошвенные слои пачки 5а. Сложен туфами мощностью до 2 мм. Микроэлементный состав характеризуется переходными значениями между нижележа-

щими туфами UB2 и вышележащими UB4: сумма РЗЭ в среднем составляет 147 г/т, из них легких 136 г/т, а тяжелых – 12 г/т; La/Yb в среднем 18, а Gd/Yb – 2,4. Промежуточных значений достигают и другие соотношения: Ho/Yb от 0,29 до 0,39; Nd/Sm от 5,11 до 5,77 (табл. 3). Возраст UB3 датируется зоной *Hectoroceras kochi* рязанского яруса.

Пирокластический уровень UB4 является самым верхним туфогенным уровнем в баженовской свите и нижнетутлеймской подсвите и тяготеет к границе пачек 5а и 5b. Представлен двумя близрасположенными тонкими (1–3 мм) прослоями туфов. Характеризуются наиболее высокими концентрациями РЗЭ (сумма в среднем 155 г/т), из которых легких – 137 г/т в среднем, тяжелых – 18 г/т. Отношения Gd/Yb и Ho/Yb достигают наивысших значений среди всех изученных туфов (3,31–5,56 и 0,41–0,74 соответственно), а La/Yb и Nd/Sm – наиболее низкие (15,82 и 4,67 в среднем соответственно). Уровень UB4 расположен в пределах верхней части рязанского яруса нижнего мела, возможно, вблизи с границей нижнего валанжина.

Таким образом, при перемещении снизу вверх по разрезу мы наблюдаем переход от туффитовых прослоев (LB1 и LB2) к ассоциации туффитов и туфов (UB0, отчасти UB1 и UB2) и, наконец, к преимущественно туфовым разностям (UB3 и UB4) в верхней части (рис. 12). Смена туффитов на туфы по вертикали разреза хорошо согласуется с изменением темпа седиментации в палеобассейне (рис. 16). Первое появление прослоев, насыщенных распознаваемой пирокластикой, начинается с баженовской пачки 3, которая отражает этап сокращения объемов поступающего вещества в центральную часть баженовского моря [Панченко, 2021], поэтому наличие в разрезах нижних уровней с туффитами (LB1 – LB2) имеет фациальный контроль. Латеральный переход туфов в туффиты в пределах единого прослоя связывается с изменением гидрологических особенностей и увеличением скорости седиментации при переходе в более мелководные и периферийные области морского седиментационного бассейна (рис. 1).

Самый верхний субрегиональный уровень с пирокластикой FL1 имеет строгий литостратиграфический контроль и отмечается в подошвенных, наиболее конденсированных и радиоактивных частях фроловской свиты (нижний валанжин). Туфы этого уровня представлены тонкими (около 1 мм) прослоями с яркой люминесценцией, по аналогии с баженовскими и тутлеймскими туфами. Данный прослой требует более тщательного исследования его состава и площадного распро-

странения, так как эти сведения могут быть применены для сопоставления углеродистых отложений фроловской свиты и верхнетутлеймской под-свиты с сероцветными и слабо битуминозными глинами подачимовской пачки, развитой в центральной и восточной районах Западной Сибири. Кроме того, имеющиеся сведения о наличии туфогенных прослоев выше расположения FL1 ставят новые задачи для тифростратиграфии нижнего мела.

Приведенные данные о стратиграфическом распространении туфов и туффитов (рис. 12, 16, табл. 2), их фотографии в керне (рис. 2–7), а также выявленные особенности микроэлементного состава (рис. 17–19, табл. 3) упростят выявление этих прослоев в черносланцевых верхнеюрско-нижнемеловых отложениях Западной Сибири. Находки туфогенных уровней будут способствовать изучению возраста нефтеносных отложений, повышать надежность их расчленения и корреляции с анализом стратиграфической полноты и выявлением скрытых перерывов, оценкой скоростей седиментации. Идентифицированные туфы и туффиты позволят произвести достоверные сопоставления баженовской, тутлеймской, яновстанской и других свит баженовского и куломзинского горизонтов, а также разных «типов разреза» баженовских отложений [Брадучан и др., 1986; Мухер и др., 2013].

Предлагаемый каталог проанализированных туфов и туффитов (табл. 1) будет способствовать идентификации конкретных туфогенных прослоев и субрегиональных пирокластических уровней в близлежащих разрезах через метрическую привязку по глубине залегания и сопоставление через геофизический каротаж. Кроме того, каталог находок туфов и туффитов может быть применен в региональных исследованиях стратиграфического и палеогеографического характера для пограничного юрско-мелового интервала.

Дальнейшим необходимым шагом в изучении баженовских и более молодых туфов и туффитов является их датирование изотопными методами по цирконам, которые обнаружены при петрографическом описании в мелкой алевритовой фракции во множестве изученных шлифов. Подлежит вниманию также изучение природы люминесценции, которая может быть связана с люминогенами органических или неорганических соединений, либо эффектом наложения их свойств. Однако проведенная нами ревизия данных показала, что цвет люминесценции является не показателем свойств туфогенных прослоев, а отражением технических условий использования УФ света и фотографирования керна. При этом интенсивность (яркость) люминесценции объясняется

геологической природой и может использоваться как диагностический признак некоторых туффи-товых прослоев.

Остается также ряд других вопросов, касающихся источника пеплового материала, площади распространения этих пеплов и поиска других территорий, на которых потенциально могут быть прослежены изученные прослои с пирокластикой. В пограничном интервале юры и мела Арктики черносланцевые отложения, близкие по обстановкам накопления, строению и мощности к охарактеризованному находками туфовых прослоев интервалу в Западной Сибири, распространены необычайно широко [Rogov и др., 2020]. Мы полагаем, что есть все основания надеяться на обнаружение туфовых прослоев в волжско-рязанских отложениях за пределами Западной Сибири. Наиболее перспективными для таких поисков представляются районы развития наиболее конденсированных, но стратиграфически полных разрезов черных сланцев, такие как шельфы Норвежского и Баренцева моря, а также нижнее течение р. Лены.

## 7 БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят В. С. Вишневскую (ГИН РАН) за предоставленные определения радиолярий и коллег Е. А. Панченко, П. Ю. Куликова, Р. А. Гарипова, А. И. Токмакову (ЗАО «МиМГО») за полезные рекомендации и комментарии, полученные в ходе обсуждения результатов работы, а также Я. Б. Талдыкина (ЗАО «МиМГО») за помощь в подготовке графических материалов. Особую признательность авторы выражают О. С. Дзюба (ИНГГ СО РАН) за ценные замечания, сделанные в ходе рецензирования рукописи. Исследования проведены в соответствии с планами научно – исследовательской работы ГИН РАН (М. А. Рогов, В. А. Захаров). Интерпретация геохимических данных производилась в рамках задания ИГЕМ РАН.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев С. Н. Новые данные о зональном расчленении берриасского яруса на севере Сибири // Труды ИГиГ СО АН СССР. — 1984. — С. 644, 18–27.
- Алифиров А. С. Аммонитовая шкала волжского яруса Западной Сибири и ее палеонтологическое обоснование // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2009. — Т. 17, № 6. — С. 77–89.
- Барабошкин Е. Ю. Нижнемеловой аммонитовый зональный стандарт Бореального пояса // Бюллетень МОИП. Отд. геол. — 2004. — Т. 79, № 3. — С. 44–68.



- Барабошкин Е. Ю., Веймарн А. Б., Копаевич Л. Ф. и др. Изучение стратиграфических пере-  
рывов при производстве геологической съемки.  
Методические рекомендации. — М : Изда-  
тельство Московского Университета, 2002.
- Богословский Н. А. Рязанский горизонт (фау-  
на, стратиграфические отношения и вероятный  
возраст этого горизонта) // Материалы для  
геологии России. — 1896. — Т. XVIII. — С. 1—  
136.
- Брадучан Ю. В., Гурари Ф. Г., Захаров В. А.  
и др. Баженовский горизонт Западной Сиби-  
ри (стратиграфия, палеогеография, экосисте-  
ма, нефтегазоносность) // Труды ИГиГ СО АН  
СССР. — 1986. — Т. 649. — С. 1—216.
- Булатов Т. Д., Козлова Е. В., Пронина Н. В. и  
др. Кероген I типа в породах баженовской сви-  
ты Западно-Сибирского нефтегазоносного бас-  
сейна // Вестник Московского университета. —  
2021. — Т. 6. — С. 110—119. — (4: Геология). —  
DOI: [10.33623/0579-9406-2021-6-110-119](https://doi.org/10.33623/0579-9406-2021-6-110-119).
- Булатов Т. Д., Оксенойд Е. Е., Семечкова Л. В.  
и др. Туфогенные прослои в отложениях баже-  
новской свиты в центральной части Западной  
Сибири. XXI научно-практическая конферен-  
ция «Пути реализации нефтегазового потенци-  
ала ХМАО – Югры». — Ханты-Мансийск : На-  
укаСервис, 2017. — С. 189—198.
- Бумагина В. А., Потапова А. С., Кудаманов А. И.  
и др. Строение и условия формирования баже-  
набалакского комплекса в пределах Красноле-  
нинского свода // Нефтяная провинция. —  
2018. — Т. 4. — С. 86—108. — DOI: [10.25689/  
NP.2018.4.86-108](https://doi.org/10.25689/NP.2018.4.86-108).
- Ван А. В. Мезозойско-палеогеновый вулканизм  
на территории Западно-Сибирской низменно-  
сти // Докл. АН СССР. — 1973. — Т. 210, №  
5. — С. 156—159.
- Ван А. В. Роль вулканизма в образовании  
мезозойско-кайнозойского осадочного чехла  
Западно-Сибирской плиты. Магматизм, лито-  
логия и вопросы рудоносности Сибири. — Но-  
восибирск : Западно-Сибирское книжное изд-  
во, 1974. — С. 52—61.
- Ван А. В., Предтеченская Е. А., Злобина О. Н.  
Продукты вулканизма в юрских отложениях  
приуральской части Западно-Сибирской пла-  
ты // Геология, геофизика и разработка неф-  
тяных и газовых месторождений. — 2011. — Т.  
4. — С. 15—22.
- Вишневская В. С. Биостратиграфия и палеогео-  
графия баженовской свиты по данным радио-  
ляриевых анализов // Юрская система Рос-  
сии: проблемы стратиграфии и палеогеогра-  
фии. Пятое Всероссийское совещание 23–27  
сентября 2013 г., Тюмень / под ред. В. А. Заха-  
рова, М. А. Рогова, Б. Н. Шурыгина. — Екате-  
ринбург : ООО «Изд. д. «ИздатНаукаСервис»,  
2013. — С. 34—37.
- Вишневская В. С., Амон Э. О., Гатовский Ю. А.  
Радиоляриевая биостратиграфия баженовско-  
го горизонта (верхняя юра–нижний мел) За-  
падной Сибири // Стратиграфия. Геол. корреля-  
ция. — 2020. — Т. 28, № 6. — С. 105—124. —  
DOI: [10.31857/s0869592x20060101](https://doi.org/10.31857/s0869592x20060101).
- Волков В. А., Южакова В. М., Сулейманова Л. О.  
и др. Уточнение геолого-геофизической модели  
строения, выявление и картирование нефтега-  
зоперспективных зон в отложениях осадочно-  
го чехла и доюрского основания, оценка ресур-  
сов выявленных объектов и обоснование перво-  
очередных участков к программе лицензирова-  
ния карабашской зоны. Отчет по государствен-  
ному контракту № 5/12 // Фонды АУ «НАЦ  
РН им. В. И. Шпилемана». Тюмень. — 2014. —  
С. 177.
- Вячкилева Н. П., Климова И. Г., Турбина А. С. и  
др. Атлас моллюсков и фораминифер морских  
отложений верхней юры и неокома Западно-  
Сибирской нефтегазоносной области. Том I. —  
1990.
- Геопортал «ЮГРА». — 2022. — Дата обращения:  
3.04.2022. <https://maps.crru.ru/>.
- Городец Б. С., Рогожин А. А. Спектры люминес-  
ценции минералов: Справочник. — М : ВИМС,  
2001.
- Гриненко В. С., Баранов В. В. Магматические и  
флористические события в мезозое Вилуйской  
синеклизы и Предверхожанском прогибе. Геоло-  
гия и минерально-сырьевые ресурсы северо-  
востока России. Материалы XI Всероссийской  
научно-практической конференции. — Якутск :  
Северо-Восточный федеральный университет  
им. М. К. Аммосова, 2021. — С. 33—36. — DOI:  
[10.52994/9785751331399\\_2021\\_7](https://doi.org/10.52994/9785751331399_2021_7).
- Ермолова Т. Е. Литологические признаки дизъ-  
юнктивных дислокаций (латеральных флюидо-  
упоров) в юрских и нижнемеловых отложениях  
Западной Сибири // Геология нефти и газа. —  
2003. — Т. 4. — С. 14—20.
- Занин Ю. Н., Замирайлова А. Г., Эдер В. Г. и др.  
Редкоземельные элементы в баженовской сви-  
те Западно-Сибирского осадочного бассейна //   
Литосфера. — 2011. — Т. 6. — С. 38—54.
- Игольников А. Е. Берриасские (рязанские) аммо-  
ниты (краспедитиды и филлоцератиды) севера  
Восточной Сибири: морфология, систематика  
и биостратиграфические выводы // Дис. канд.  
геол.-мин. наук. — 2019.
- Игольников А. Е., Рогов М. А., Алифиров А. С.  
Рязанские аммониты полуострова Нордвик.  
Меловая система России и ближнего зарубе-



- жья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. — 2016. — науч. трудов (Материалы Восьмого Всероссийского совещания, 26 сентября - 3 октября 2016 г., республика Крым). Симферополь: Издательский Дом Черноморпресс, Информационные ресурсы ВСЕГЕИ. — 2022. — Дата обращения: 3.04.2022. <https://www.vsegei.ru/ru/info/>.
- Канышева Р. А. Вулканогенный материал в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири. В кн.: Этапы литогенеза и закономерности локализации осадочных ископаемых Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука, 1975. — С. 140—142.
- Карнюшина Е. Е. Кремнистые породы нефтеносной баженовской свиты Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Вестник Московского университета. — 2003. — Т. Серия 4: Геология, 6. — С. 19—27. — DOI: [10.3103/S0145875215050026](https://doi.org/10.3103/S0145875215050026).
- Карякин Ю. В., Ляпунов С. М., Симонов В. А. и др. Мезозойские магматические комплексы архипелага Земля Франца-Иосифа. Геология полярных областей Земли: материалы XLII Тектонического совещания // М.: ГЕОС. — 2009. — Т. 1. — С. 257—263.
- Кондрашова Е. С. Минералогия, геохимия и природа свечения люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского осадочного бассейна. Известия Томского политехнического университета // Инжиниринг георесурсов. — 2020. — Т. 331, № 8. — С. 123—135. — DOI: [10.18799/24131830/2020/8/2774](https://doi.org/10.18799/24131830/2020/8/2774).
- Кондрашова Е. С. Вулканогенные прослои в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна. Известия Томского политехнического университета // Инжиниринг георесурсов. — 2021. — Т. 332, № 3. — С. 62—73. — DOI: [10.18799/24131830/2021/3/3102](https://doi.org/10.18799/24131830/2021/3/3102).
- Конторович А. Э., Конторович В. А., Рыжкова С. В. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. — 2013. — Т. 54, № 8. — С. 972—1012.
- Лисицын А. П. Аридная седиментация в мировом океане. Рассеянное осадочное вещество атмосферы // Геология и геофизика. — 2011. — Т. 52, № 10. — С. 1398—1439.
- Максимова С. В. Эколого-фациальные особенности и условия образования доманика. — М.: Наука, 1970.
- Малик Н. А. Пеплы извержений вулканов Камчатки (2006–2013 гг.): состав, масса и водорастворимый комплекс // Дис. канд. геол.-мин. наук. Петропавловск-Камчатский. — 2019.
- Маринов В. А., Меледина С. В., Дзюба О. С. и др. Биостратиграфия верхней юры и нижнего мела центральной части Западной Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии. — 2009. — Т. 12. — С. 119—142.
- Маринов В. А., Алифиров А. С., Бумагина В. А. д. Стратиграфия и условия формирования келловейских и верхнеюрских отложений центральной части Казым-Кондинского района (Западная Сибирь) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. — 2021. — Т. 2, № 46. — С. 3—16. — DOI: [10.20403/2078-0575-2021-2-3-16](https://doi.org/10.20403/2078-0575-2021-2-3-16).
- Маринов В. А., Злобина О. Н., Игольников А. Е. и др. Биостратиграфия и условия формирования нижнего мела Малохетского структурно-фациального района (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. — 2015. — Т. 56, № 10. — С. 1842—1853. — DOI: [10.15372/GIG20151007](https://doi.org/10.15372/GIG20151007).
- Маслов А. В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. — Екатеринбург: Изд-во УГ-ГУ, 2005.
- Моисеенко К. Б., Малик Н. А. Оценка суммарной массы выбросов вулканического пепла с использованием моделей атмосферного переноса // Вулканология и сейсмология. — 2015. — Т. 1. — С. 35—55. — DOI: [10.7868/S0203030615010058](https://doi.org/10.7868/S0203030615010058).
- Мухер А. Г., Кулагина С. Ф., Пахомова Е. А. Районирование баженовского горизонта по типам разреза в пределах Красноленинско-Фроловской зоны (Западная Сибирь). Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории. Материалы VII Всероссийского литологического совещания (Новосибирск, 28–31 октября 2013 г. — Новосибирск: ИНГГ СО РАН. Т. I, 2013. — С. 297—301.
- Нестеров И. И., Монастырев Б. В., Бочкарев В. С. и др. Переинтерпретация, переработка и унифицированная стратификация опорных отражающих горизонтов региональных сейсмических профилей Западно-Сибирской нефтегазосной провинции с целью построения единых нефтегеологических моделей продуктивных комплексов как основы уточнения перспектив нефтегазосности. Отчет по государственному контракту № 12/05 // Фонды АУ «НАЦ РН им. В. И. Шпилемана». Тюмень. — 2007. — С. 1169.
- Панченко И. В. Этапы и условия формирования баженовских нефтеносных отложений в центральной части Западной Сибири. Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и

- кайнозоя бореальных районов: Материалы науч. онлайн-сессии, 19–22 апреля 2021 г. // электронный ресурс] / Под ред. Н. К. Лебедевой, А. А. Горячевой, О. С. Дзюба, Б. Н. Шурыгина. — Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2021. — С. 152–156. — DOI: [10.18303/B978-5-4262-0104-0-152](https://doi.org/10.18303/B978-5-4262-0104-0-152).
- Панченко И. В., Балущкина Н. С., Барабошкин Е. Ю. и др. Комплексы палеобиоты в абалакско-баженовских отложениях центральной части Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2015а. — Т. 10, № 2. — С. 1–29. — DOI: [10.17353/2070-5379/24\\_2015](https://doi.org/10.17353/2070-5379/24_2015).
- Панченко И. В., Вишневская В. С., Калмыков Г. А. и др. Новые данные по биостратиграфии абалакской и баженовской свит Широного Приобья, полученные на основе комплексного изучения макро- и микрофаунистических остатков // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Пятое Всероссийское совещание. 23–27 сентября 2013 г., Тюмень. Научные материалы / под ред. В. А. Захаров, М. А. Рогов, Б. Н. Шурыгин. — Екатеринбург : ООО «Издательский дом «Издат-НаукаСервис», 2013. — С. 162–165.
- Панченко И. В., Камзолкин В. А., Латышев А. В. и др. Туфы и туффиты в баженовском горизонте (Западная Сибирь) // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы 8-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 27–30 октября 2015 г.) Том II. — Москва : РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2015b. — С. 258–261.
- Панченко И. В., Немова В. Д. Контуриты в баженовских отложениях Западной Сибири: формирование, распространение и практическое значение // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Седьмое Всероссийское совещание 18–22 сентября 2017 г., Москва. Научные материалы / под ред. Е. В. Щ. В. А. Захаров М. А. Рогов. — Москва : ГИН РАН, 2017. — С. 153–157.
- Панченко И. В., Немова В. Д., Смирнова М. Е. и др. Стратификация и детальная корреляция баженовского горизонта в центральной части Западной Сибири по данным литолого-палеонтологического изучения кернa и ГИС // Геология нефти и газа. — 2016. — Т. 6. — С. 22–34.
- Панченко И. В., Рогов М. А., Соболев И. Д. и др. Каталог находок верхнеюрских – нижнемеловых туфов и туффитов в керне скважин Западной Сибири // ESDB repository. — Москва, 2022. — DOI: <https://doi.org/10.2205/2022ES000817-data>. — (Набор данных).
- Панченко И. В., Соболев И. Д., Латышев А. В. Пирокластический материал в баженовских отложениях Западной Сибири: его роль в седиментогенезе и возможные источники // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы VIII Всероссийского совещания с международным участием. Онлайн-конференция, 7–10 сентября 2020 г. / под ред. В. А. Захарова, М. А. Рогова, Е. В. Щепетовой и др. — Сыктывкар : ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. — С. 183–187.
- Панченко И. В., Соболев И. Д., Рогов М. А. и др. Вулканические туфы и туффиты в пограничных отложениях юры и мела (волжский-рязанский ярусы) Западной Сибири // Литология и полезные ископаемые. — 2021. — Т. 2. — С. 144–183. — DOI: [10.31857/S0024497X21020051](https://doi.org/10.31857/S0024497X21020051).
- Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования / под ред. О. А. Богатикова, О. В. Петрова, А. Ф. Морозов. — 3-е изд. — СПб : Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. — С. 200.
- Предтеченская Е. А., Малюшко Л. Д. Геохимические особенности и факторные модели баженовской свиты в центральных и юго-восточных районах Западно-Сибирской плиты // Известия ВУЗов. Геология и разведка. — 2016. — Т. 4. — С. 23–36.
- Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины: Объяснительная записка / под ред. В. С. Бочкарев, Ю. В. Бродучан, И. И. Нестеров. — Тюмень : МинГео СССР, 1991.
- Рогов М. А. Аммониты и инфразональная стратиграфия кимериджского и волжского ярусов Панбореальной надобласти // Труды Геологического института. — 2021. — Т. 627. — С. 1–732. — DOI: [10.54896/00023272\\_2021\\_627\\_1](https://doi.org/10.54896/00023272_2021_627_1).
- Рогов М. А., Захаров В. А., Ершова В. Б. Детальная стратиграфия пограничных юрско-меловых отложений нижнего течения р. Лена (Якутия) по аммонитам и бухиям // Стратиграфия. Геол. Корреляция. — 2011. — Т. 19, № 6. — С. 67–88.
- Сакс В. Н., Шульгина Н. И. Меловая система в Сибири. Предложения о ярусном и зональном расчленении // Геология и геофизика. — 1962. — Т. 10. — С. 23–41.
- Сакс В. Н., Шульгина Н. И. Новые зоны неоккома и граница берриасского и валанжинского ярусов в Сибири // Геология и геофизика. — 1969. — Т. 12. — С. 42–52.
- Саркисян С. Г., Процветалова Т. Н. Некоторые петрографические особенности битуминоз-

- ных аргиллитов марьяновской свиты (Западно-Сибирская низменность // Известия ВУЗов. Геология и разведка. — 1964. — Т. 2. — С. 56—61.
- Саркисян С. Г., Процветалова Т. Н. Палеогеография Западно-Сибирской низменности в ранне-меловую эпоху. — М : Наука, 1968.
- Скворцов М. Б., Конторович А. Э., Волков В. А. *и др.* Дифференцированная оценка перспектив нефтеносности баженовской свиты Западно-Сибирской НПП с выделением перспективных зон и участков на основе разработки и совершенствования критериев ее потенциальной продуктивности и методических подходов к оценке прогнозных ресурсов. Отчет по гос. контр. № 7/14 // Фонды АУ «НАЦ РН им. В. И. Шпилемана». Тюмень. — 2016. — С. 371.
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. Том 1. Типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли. — Москва, Издательство АН СССР, 1960.
- Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1:1 000 000 / под ред. В. И. Шпилеман, Н. И. Змановский, Л. Л. Подсорова. — Тюмень, 1998.
- Филей А. А. Восстановление параметров вулканического пепла по спутниковым данным. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук // М. — 2021.
- Фролов В. Т. Литология Кн. 2. Учебное пособие. — М : Изд-во МГУ, 1993.
- Шакиров В. А., Вилесов А. П., Морозов В. П. *и др.* Породы-вулканиды в конденсированных доманиковых фациях Муханово-Ероховской внутришельфовой впадины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2022. — Т. 2, № 362. — С. 14—26. — DOI: [10.33285/2413-5011-2022-2\(362\)-14-26](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-2(362)-14-26).
- 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. — Т. 2. — С. 36—40. — DOI: [10.24887/0028-2448-2018-2-36-40](https://doi.org/10.24887/0028-2448-2018-2-36-40).
- Шульгина Н. И. Аммониты севера Средней Сибири // Граница юры и мела и берриасский ярус в Бореальном поясе. — Новосибирск : Наука, 1972. — С. 137—175.
- Эдер В. Г., Рыжкова С. В., Дзюба О. С. *и др.* Литостратиграфия и обстановки седиментации баженовской свиты (Западная Сибирь) в центральном, юго-восточном и северном районах ее распространения // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2022. — Т. 30, № 5. — С. 46—74. — DOI: [10.31857/S0869592X22050027](https://doi.org/10.31857/S0869592X22050027).
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимия черных сланцев. — Л : Наука, 1988.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия. — Сыктывкар : Геопринт, 2011.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические и минералогические индикаторы вулканических продуктов в осадочных толщах. 2-е изд. — М.-Берлин : Директ-Медиа, 2015.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Шулепова А. Н. *и др.* Геохимическая диагностика вулканогенного материала в черносланцевых отложениях Лемвинской зоны Урала // Геохимия. — 1986. — Т. 10. — С. 1464—1476.
- Яковлева А. И., Вага Д. Д., Андреева-Григорович А. С. *и др.* Новые палинологические данные из среднеэоценовых отложений опорного разреза Хеу, Кабардино-Балкария, Северный Кавказ // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2020. — Т. 28, № 1. — С. 97—116. — DOI: [10.31857/S0869592X2001007X](https://doi.org/10.31857/S0869592X2001007X).
- Ярмолюк В. В., Никифоров А. В., Козловский А. М. *и др.* Позднемезозойская магматическая провинция востока Азии: строение, магматизм и условия формирования // Геотектоника. — 2019. — Т. 4. — С. 60—77. — DOI: [10.31857/S0016-853X2019360-77](https://doi.org/10.31857/S0016-853X2019360-77).
- Bergelin I., Obst K., Soederlund U., *et al.* Mesozoic rift magmatism in the North Sea region: 40Ar/39Ar geochronology of Scania basalts and geochemical constraints // Int J Earth Sci (Geol Rundsch). — 2011. — Vol. 100. — P. 787—804. — DOI: [10.1007/s00531-010-0516-3](https://doi.org/10.1007/s00531-010-0516-3).
- Bulatov T., Kozlova E., Leushina E. Alginite-rich layers in the Bazhenov deposits of Western Siberia // Geosciences. — 2021. — Vol. 11. — P. 252. — DOI: [10.3390/geosciences11060252](https://doi.org/10.3390/geosciences11060252).
- Carey S. Influence of convective sedimentation on the formation of widespread tephra fall layers in the deep sea // Geology. — 1997. — Vol. 25, no. 9. — P. 839—842. — DOI: [10.1130/0091-7613\(1997\)025](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025).
- Janssen N. M. M., Rogov M. A., Zakharov V. A. Ryazanian (Berriasian) molluscs and biostratigraphy of the Dutch and Norwegian North Sea area (south of Viking Graben) // Netherlands Journal of Geosciences. — 2022. — Vol. 101. — P. 8. — DOI: [10.1017/njg.2022.5](https://doi.org/10.1017/njg.2022.5).
- Karyakin Y. V., Sklyarov E. V., Travin A. V. Plume Magmatism at Franz Josef Land // Petrology. — 2021. — Vol. 29. — P. 528—560. — DOI: [10.1134/S0869591121050027](https://doi.org/10.1134/S0869591121050027).
- Kuehn S. C., Negrini R. M. A 250 k.y. record of Cascade arc pyroclastic volcanism from late Pleis-

- tocene lacustrine sediments near Summer Lake, Oregon, USA // *Geosphere*. — 2010. — Vol. 6, no. 4. — P. 397–429. — DOI: [10.1130/GES00515.1](https://doi.org/10.1130/GES00515.1).
- Kutterolf S., Freundt A., Druitt T. H. The Medial Offshore Record of Explosive Volcanism Along the Central to Eastern Aegean Volcanic Arc: 2. Tephra Ages and Volumes, Eruption Magnitudes and Marine Sedimentation Rate Variations // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. — 2021. — Vol. 22. — e2021GC010011. — DOI: [10.1029/2021GC010011](https://doi.org/10.1029/2021GC010011).
- Major J. J. Subaerial volcanoclastic deposits – influences of initiation mechanisms and transport behaviour on characteristics and distributions // Geological Society, London, Special Publications. — 2022. — Vol. 520. — P. 1–72. — DOI: [10.1144/SP520-2021-142](https://doi.org/10.1144/SP520-2021-142).
- Mullineaux D. R. Summary of pre-1980 tephra-fall deposits erupted from Mount St. Helens, Washington State, USA // *Bulletin of Volcanology*. — 1986. — Vol. 48. — P. 17–26. — DOI: [10.1007/BF01073510](https://doi.org/10.1007/BF01073510).
- Ramiro-Ramirez S. Petrographic and petrophysical characterization of the Eagle Ford Shale in La Salle and Gonzales counties, Gulf Coast Region, Texas. — Golden, Colorado, USA : Colorado School of Mines, 2016. — P. 126.
- Rich J. L. Probable fondo origin of Marcellus-Ohio-New Albany-Chattanooga bituminous shales // *Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull.* — 1951. — Vol. 35. — P. 2017–2040. — DOI: [10.1306/3d93431c-16b1-11d7-8645000102c1865d](https://doi.org/10.1306/3d93431c-16b1-11d7-8645000102c1865d).
- Rogov M. A. Infrazonal ammonite biostratigraphy, paleobiogeography and evolution of Volgian craspeditid ammonites // *Paleontological Journal*. — 2020. — Vol. 54. — P. 1189–1219. — DOI: [10.1134/S0031030120100068](https://doi.org/10.1134/S0031030120100068).
- Rogov M. A., Shchepetova E. V., Zakharov V. A. Late Jurassic – earliest Cretaceous prolonged shelf dysoxic-anoxic event and its possible causes // *Geological Magazine*. — 2020. — Vol. 157. — P. 1622–1642. — DOI: [10.1017/S001675682000076X](https://doi.org/10.1017/S001675682000076X).
- Scudder R. P., Murray R. W., Schindlbeck J. C., *et al.* Geochemical approaches to the quantification of dispersed volcanic ash in marine sediment // *Progress in Earth and Planetary Science*. — 2016. — Vol. 3, 1. — P. 1–32. — DOI: [10.1186/s40645-015-0077-y](https://doi.org/10.1186/s40645-015-0077-y).
- Shaldybin M. V., Kondrashova E. S. The Jurassic global volcanic events recorded in sedimentary black shale deposits (Bazhenov formation, West Siberia). Large Igneous Provinces through earth history: mantle plumes, supercontinents, climate change, metallogeny and oil-gas, planetary analogues // Abstract volume of the 7th International Conference. — Tomsk : CSTI Publishing house, 2019. — P. 122–124.
- Shaldybin M. V., Wilson M. J., Wilson L. The nature, origin and significance of luminescent layers in the Bazhenov Shale Formation of West Siberia, Russia // *Mar. Petr. Geol.* — 2019. — Vol. 100. — P. 358–375. — DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2018.11.022](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.11.022).
- Stevenson J. A., Millington S. C., Beckett F. M. Big grains go far: understanding the discrepancy between tephrochronology and satellite infrared measurements of volcanic ash // *Atmos. Meas. Tech.* — 2015. — Vol. 8. — P. 2069–2091. — DOI: [10.5194/amt-8-2069-2015](https://doi.org/10.5194/amt-8-2069-2015).
- Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Geological Society, London, Special Publications. — 1989. — Vol. 42. — P. 313–345. — DOI: [10.1144/gsl.sp.1989.042.01.19](https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1989.042.01.19).
- Tang M., Lee C. T. A., Chen K. Nb/Ta systematics in arc magma differentiation and the role of arclogites in continent formation // *Nature Communications*. — 2019. — Vol. 10. — P. 1–8. — DOI: [10.1038/s41467-018-08198-3](https://doi.org/10.1038/s41467-018-08198-3).
- van der Boon A., van der Ploeg R., Cramwinckel M. J., *et al.* Integrated stratigraphy of the Eocene-Oligocene deposits of the northern Caucasus (Belaya River, Russia): Intermittent oxygen-depleted episodes in the Peri-Tethys and Paratethys // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. — 2019. — Vol. 536. — P. 109395. — DOI: [10.1016/j.palaeo.2019.109395](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109395).
- Wang X., Gao J., Zhong L., *et al.* The volcanic impacts on the formation of organic-rich shales from the freshwater to saline lakes: cases study in the Ordos and the Junggar basins // *Front. Earth Sci.* — 2022. — Vol. 10. — P. 918391. — DOI: [10.3389/feart.2022.918391](https://doi.org/10.3389/feart.2022.918391).



## TEPHROSTRATIGRAPHY OF JURASSIC-CRETACEOUS BOUNDARY BEDS OF WESTERN SIBERIA

I. V. Panchenko<sup>1</sup> M. A. Rogov<sup>2</sup> I. D. Sobolev<sup>3</sup> A. V. Latyshev<sup>4,5</sup> V. A. Zakharov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Modeling and Monitoring of Geological Objects named after V. A. Dvurechensky CJSC, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>5</sup>Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

\*Correspondent authors: ivpanchenko89@gmail.com, \*\* russianjurassic@gmail.com

Received 30 June 2022; accepted 15 October 2022; published 31 December 2022

The age of tuffaceous interlayers, represented by tuffs and tuffites, which are common in the Upper Jurassic-Lower Cretaceous deposits of Western Siberia (the Bazhenovo, Tutleim and Frolov Formations), is discussed. The nature of these interlayers is associated with the subglobal (transfer of more than 1–2 thousand km) spread of volcanic ash (0.001–0.1 mm) and its sedimentation and burial in a vast epicontinental marine basin during episodes of low sedimentation rates, weak hydrodynamic activity and in the absence of bioturbation. Despite the extremely low thickness of these pyroclastic layers (<1 mm – first cm), they are systematically noted in the drill core at certain stratigraphic levels. Tuffs and tuffites are clearly recognized due to sharp boundaries and contrasting color and mineral composition comparing to the host rocks. Moreover, these layers often demonstrate exceptionally bright luminescence in yellow and orange tones in the ultraviolet. Some of these pyroclastic layers can be traced over a vast area (more than 700,000 sq km) and hence can be used as isochronous stratigraphic markers. Considering the importance of the information about the distal pyroclastics in sedimentary strata, we have summarized data on boreholes in Western Siberia, containing tuffs and tuffites in the Upper Jurassic – Lower Cretaceous. Detailed linking of interlayers by drilling depth and geophysical logging was performed. The findings of more than 370 tuff and tuffite interlayers in the core of 136 wells have been catalogued. The age of tuffaceous interlayers is justified by the combination of lithostratigraphic and biostratigraphic methods, and geophysical logging. The key ammonite taxa recovered from tuff-bearing boreholes are figured. A brief description of the zones of the Ryazanian stage of Western Siberia and the principles of their identification are given. We suggest to replace the type index of the Surites analogous zone with S. subanalogus. The described sequence of tuffaceous interlayers is combined into 8 sub-regional pyroclastic levels traced throughout the central part of Western Siberia in the Middle Volgian (4 pyroclastic levels), Ryazanian (3 levels) and Lower Valanginian (1 level) intervals. The trace elements content composition of tuffaceous layers is characterized. The enrichment of rare earth elements in the direction from the oldest to the youngest interlayers ones was revealed, and the ratios Gd/Yb, Ho/Yb, Yb/Lu, Zr/Hf, Nd/Sm determine the stratigraphic correspondence of the tuffaceous interlayer to the subregional pyroclastic level. Our results can be used as a tephrostratigraphic scale for the Jurassic-Cretaceous boundary beds.

**Keywords:** altered volcanic tuffs, marker horizons, isochronous levels, correlation of sections, ammonites, trace element, rare earth elements, black shales, Bazhenovo Formation.

**Citation:** Panchenko, I. V., M. A. Rogov, I. D. Sobolev, A. V. Latyshev, and V. A. Zakharov, (2022), Tephrostratigraphy of Jurassic-Cretaceous boundary beds of Western Siberia, *Russ. J. Earth. Sci.*, v. 22, ES6014, 10.2205/2022ES000817.

## REFERENCES

- Alekseev S. N. New data on the zoning of the Berriasian in northern Siberia // Proceedings of IGIG SO AS USSR. — 1984. — P. 644, 18–27. — (in Russian).
- Alifirov A. S. Ammonite scale of the Volgian stage of Western Siberia and its paleontological substan-

- tiation // *Stratigraphy. Geol. correlation.* — 2009. — Vol. 17, no. 6. — P. 77–89. — (in Russian).
- Baraboshkin E. Y. Lower Cretaceous Boreal Ammonite Zonal Standard // *Bulletin MOIP. Separate geol.* — 2004. — Vol. 79, no. 3. — P. 44–68. — (in Russian).
- Baraboshkin E. Y., Weimarn A. B., Kopaevich L. F., *et al.* Studying stratigraphic breaks in a geological survey. Guidelines. — M : Publishing house of Moscow University, 2002. — (in Russian).
- Bergelin I., Obst K., Soederlund U., *et al.* Mesozoic rift magmatism in the North Sea region:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of Scanian basalts and geochemical constraints // *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*. — 2011. — Vol. 100. — P. 787–804. — DOI: [10.1007/s00531-010-0516-3](https://doi.org/10.1007/s00531-010-0516-3).
- Bogoslovsky N. A. Ryazan horizon (fauna, stratigraphic relationships and probable age of this horizon) // *Materials for Russian Geology.* — 1896. — Vol. XVIII. — P. 1–136. — (in Russian).
- Braduchan Y. V., Gurari F. G., Zakharov V. A., *et al.* Bazhenov horizon of Western Siberia (stratigraphy, paleogeography, ecosystem, oil and gas content) // *Proceedings of IGIG SB AS USSR.* — 1986. — Vol. 649. — P. 1–216. — (in Russian).
- Bulatov T., Kozlova E., Leushina E. Alginite-rich layers in the Bazhenov deposits of Western Siberia // *Geosciences.* — 2021a. — Vol. 11. — P. 252. — DOI: [10.3390/geosciences11060252](https://doi.org/10.3390/geosciences11060252).
- Bulatov T. D., Kozlova E. V., Pronina N. V., *et al.* Kerogen type I in the rocks of the Bazhenov formation of the West Siberian oil and gas basin // *Bulletin of Moscow University.* — 2021b. — Vol. 6. — P. 110–119. — (4: Geology). — DOI: [10.33623/0579-9406-2021-6-110-119](https://doi.org/10.33623/0579-9406-2021-6-110-119). — (in Russian).
- Bulatov T. D., Oksenoid E. E., Semechkova L. V., *et al.* Tufogenic interbeds in the deposits of the Bazhenov formation in the central part of Western Siberia. XXI scientific-practical conference «Ways to realize the oil and gas potential of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra». — Khanty-Mansiysk : NaukaService, 2017. — P. 189–198. — (in Russian).
- Bumagina V. A., Potapova A. S., Kudamanov A. I., *et al.* Structure and formation conditions of the Bazhen-Abalaksy complex within the Krasnoleninsky arch // *Oil Province.* — 2018. — Vol. 4. — P. 86–108. — DOI: [10.25689/NP.2018.4.86-108](https://doi.org/10.25689/NP.2018.4.86-108). — (in Russian).
- Carey S. Influence of convective sedimentation on the formation of widespread tephra fall layers in the deep sea // *Geology.* — 1997. — Vol. 25, no. 9. — P. 839–842. — DOI: [10.1130/0091-7613\(1997\)025](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025).
- Decision of the 5th Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on the Mesozoic deposits of the West Siberian Plain: Explanatory note / ed. by V. S. *Bochkarev*, Y. V. *Braduchan*, I. I. *Nesterov*. — Tyumen : MinGeo USSR, 1991. — (in Russian).
- Eder W. G., Ryzhkova S. V., Dziuba O. S., *et al.* Lithostratigraphy and sedimentation settings of the Bazhenov Formation (Western Siberia) in the central, southeastern and northern regions of its distribution // *Stratigraphy. Geol. correlation.* — 2022. — Vol. 30, no. 5. — P. 46–74. — DOI: [10.31857/S0869592X22050027](https://doi.org/10.31857/S0869592X22050027).
- Ermolova T. E. Lithological features of disjunctive dislocations (lateral seals) in the Jurassic and Lower Cretaceous deposits of Western Siberia // *Geology of oil and gas.* — 2003. — Vol. 4. — P. 14–20. — (in Russian).
- Filey A. A. Recovery of volcanic ash parameters from satellite data. Thesis for the degree of candidate of physical and mathematical sciences // M. — 2021. — (in Russian).
- Frolov V. T. Lithology Book. 2. Tutorial. — M : Publishing house of Moscow State University, 1993. — (in Russian).
- Geoportal «YUGRA». — 2022. — (in Russian). <https://maps.crru.ru/>.
- Gorobets B. S., Rogozhin A. A. Luminescence Spectra of Minerals: Handbook. — M : SIMS, 2001. — (in Russian).
- Grinenko V. S., Baranov V. V. Magmatic and floristic events in the Mesozoic of the Vilyui syncline and Pre-Verkhoyansk trough. Geology and mineral resources of the North-East of Russia. Materials of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference. — Yakutsk : North-Eastern Federal University. M. K. Ammosov, 2021. — P. 33–36. — DOI: [10.52994/9785751331399\\_2021\\_7](https://doi.org/10.52994/9785751331399_2021_7). — (in Russian).
- Igolnikov A. E. Berriasian (Ryazanian) ammonites (craspeditids and phylloceratids) of the north of Eastern Siberia: morphology, taxonomy and biostratigraphic findings // *Dis. cand. geol.-min.sci.* — 2019. — (in Russian).
- Igolnikov A. E., Rogov M. A., Alifirov A. S. Ryazan ammonites of the Nordvik Peninsula. The Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. — 2016. — (in Russian).
- Information resources of VSEGEI. — 2022. — (in Russian). <https://www.vsegei.ru/ru/info/>.
- Janssen N. M. M., Rogov M. A., Zakharov V. A. Ryazanian (Berriasian) molluscs and biostratigra-

- phy of the Dutch and Norwegian North Sea area (south of Viking Graben) // *Netherlands Journal of Geosciences*. — 2022. — Vol. 101. — P. 8. — DOI: [10.1017/njg.2022.5](https://doi.org/10.1017/njg.2022.5).
- Kanysheva R. A. Volcanogenic material in mudstones of the Bazhenov Formation of Western Siberia. In: *Stages of lithogenesis and localization patterns of sedimentary fossils in Siberia and the Far East*. — Novosibirsk : Science, 1975. — P. 140–142. — (in Russian).
- Karnyushina E. E. Silicon rocks of the oil-bearing Bazhenov suite of the Krasnoleninsky dome (Western Siberia) // *Bulletin of Moscow University*. — 2003. — Vol. Series 4: Geology, 6. — P. 19–27. — DOI: [10.3103/S0145875215050026](https://doi.org/10.3103/S0145875215050026). — (in Russian).
- Karyakin Y. V., Sklyarov E. V., Travin A. V. Plume Magmatism at Franz Josef Land // *Petrology*. — 2021. — Vol. 29. — P. 528–560. — DOI: [10.1134/S0869591121050027](https://doi.org/10.1134/S0869591121050027).
- Karyakin Y. V., Lyapunov S. M., Simonov V. A., *et al.* Mesozoic igneous complexes of the Franz Josef Land archipelago. *Geology of the polar regions of the Earth: materials of the XLII Tectonic Conference* // M.: GEOS. — 2009. — Vol. 1. — P. 257–263. — (in Russian).
- Kondrashova E. S. Mineralogy, geochemistry and the nature of the glow of the luminescent layers of the Bazhenov formation of the West Siberian sedimentary basin. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University // Engineering of georesources*. — 2020. — Vol. 331, no. 8. — P. 123–135. — DOI: [10.18799/24131830/2020/8/2774](https://doi.org/10.18799/24131830/2020/8/2774). — (in Russian).
- Kondrashova E. S. Volcanogenic layers in the Bazhenov Formation of the West Siberian Sedimentary Basin. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University // Engineering of georesources*. — 2021. — Vol. 332, no. 3. — P. 62–73. — DOI: [10.18799/24131830/2021/3/3102](https://doi.org/10.18799/24131830/2021/3/3102). — (in Russian).
- Kontorovich A. E., Kontorovich V. A., Ryzhkova S. V., *et al.* Paleogeography of the West Siberian Sedimentary Basin in the Jurassic // *Geology and geophysics*. — 2013. — Vol. 54, no. 8. — P. 972–1012. — (in Russian).
- Kuehn S. C., Negrini R. M. A 250 k.y. record of Cascade arc pyroclastic volcanism from late Pleistocene lacustrine sediments near Summer Lake, Oregon, USA // *geosphere*. — 2010. — Vol. 6, no. 4. — P. 397–429. — DOI: [10.1130/GES00515.1](https://doi.org/10.1130/GES00515.1).
- Kutterolf S., Freundt A., Druitt T. H. The Medial Offshore Record of Explosive Volcanism Along the Central to Eastern Aegean Volcanic Arc: 2. Tephra Ages and Volumes, Eruption Magnitudes and Marine Sedimentation Rate Variations // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. — 2021. — Vol. 22. — e2021GC010011. — DOI: [10.1029/2021GC010011](https://doi.org/10.1029/2021GC010011).
- Lisitsyn A. P. Arid sedimentation in the oceans. Dispersed sedimentary matter of the atmosphere // *Geology and geophysics*. — 2011. — Vol. 52, no. 10. — P. 1398–1439. — (in Russian).
- Major J. J. Subaerial volcanoclastic deposits – influences of initiation mechanisms and transport behavior on characteristics and distributions // *Geological Society, London, Special Publications*. — 2022. — Vol. 520. — P. 1–72. — DOI: [10.1144/SP520-2021-142](https://doi.org/10.1144/SP520-2021-142).
- Maksimova S. V. Ecological and facies features and conditions for the formation of a domanic. — M.: Science, 1970. — (in Russian).
- Malik N. A. Ashes from volcanic eruptions in Kamchatka (2006–2013): composition, mass and water-soluble complex // *Dis. cand. geol.-min. Sciences. Petropavlovsk-Kamchatsky*. — 2019. — (in Russian).
- Marinov V. A., Alifirov A. S., Bumagina V. A. a. Stratigraphy and formation conditions of the Callovian and Upper Jurassic deposits in the central part of the Kazym-Kondinsky region (Western Siberia) // *Geology and mineral resources of Siberia*. — 2021. — Vol. 2, no. 46. — P. 3–16. — DOI: [10.20403/2078-0575-2021-2-3-16](https://doi.org/10.20403/2078-0575-2021-2-3-16). — (in Russian).
- Marinov V. A., Meledina C. B., Dziuba O. C., *et al.* Biostratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the central part of Western Siberia // *News of paleontology and stratigraphy*. — 2009. — Vol. 12. — P. 119–142. — (in Russian).
- Marinov V. A., Zlobina O. N., Igolnikov A. E., *et al.* Biostratigraphy and formation conditions of the Lower Cretaceous of the Malokheta structural-facies region (Western Siberia) // *Geology and geophysics*. — 2015. — Vol. 56, no. 10. — P. 1842–1853. — DOI: [10.15372/GIG20151007](https://doi.org/10.15372/GIG20151007). — (in Russian).
- Maslov A. V. Sedimentary rocks: methods for studying and interpreting the data obtained. Tutorial. — Yekaterinburg : Publishing house USGU, 2005. — (in Russian).
- Moiseenko K. B., Malik N. A. Estimation of the total mass of volcanic ash emissions using atmospheric transport models // *Volcanology and seismology*. — 2015. — Vol. 1. — P. 35–55. — DOI: [10.7868/S0203030615010058](https://doi.org/10.7868/S0203030615010058). — (in Russian).
- Mukher A. G., Kulagina S. F., Pakhomova E. A. Zoning of the Bazhenov horizon according to section types within the Krasnoleninsko-Frolovskaya zone (Western Siberia). *Sedimentary basins, sed-*

- imentary and post-sedimentary processes in geological history. Materials of the VII All-Russian Lithological Meeting (Novosibirsk, October 28-31, 2013. — Novosibirsk : INGG SB RAS. T.I, 2013. — P. 297–301. — (in Russian).
- Mullineaux D. R. Summary of pre-1980 tephra-fall deposits erupted from Mount St. Helens, Washington State, USA // *Bulletin of Volcanology*. — 1986. — Vol. 48. — P. 17–26. — DOI: [10.1007/BF01073510](https://doi.org/10.1007/BF01073510).
- Nesterov I. I., Monastirev B. V., Bochkarev V. S., *et al.* Reinterpretation, reprocessing and unified stratification of reference reflectors of regional seismic profiles of the West Siberian oil and gas province in order to build unified petrogeological models of productive complexes as the basis for clarifying oil and gas potential prospects. State Contract Report No 12/05 // Funds of AU «NAC RN named after V. I. Shpilman». Tyumen. — 2007. — P. 1169. — (in Russian).
- Panchenko I. V. Stages and conditions for the formation of Bazhenov oil deposits in the central part of Western Siberia. Paleontology, stratigraphy and paleogeography of the Mesozoic and Cenozoic boreal regions: Proc. online sessions, April 19-22, 2021 // electronic resource] / Ed. N. K. Lebedeva, A. A. Goryacheva, O. S. Dziuba, B. N. Shurygin. — Novosibirsk : INGG SB RAS, 2021. — P. 152–156. — DOI: [10.18303/B978-5-4262-0104-0-152](https://doi.org/10.18303/B978-5-4262-0104-0-152). — (in Russian).
- Panchenko I. V., Balushkina N. S., Baraboshkin E. Y., *et al.* Paleobiota complexes in the Abalak-Bazhenov deposits of the central part of Western Siberia // *Petroleum geology. Theory and practice*. — 2015a. — Vol. 10, no. 2. — P. 1–29. — DOI: [10.17353/2070-5379/24\\_2015](https://doi.org/10.17353/2070-5379/24_2015). — (in Russian).
- Panchenko I. V., Kamzolkin V. A., Latyshev A. V., *et al.* Tuffs and tuffites in the Bazhenov horizon (Western Siberia) // *Evolution of sedimentary processes in the history of the Earth: materials of the 8th All-Russian Lithological Meeting (Moscow, October 27-30, 2015)* // Moscow: I. M. Gubkin. — 2015b. — Vol. Volume II. — P. 258–261. — (in Russian).
- Panchenko I. V., Nemova V. D. Contourites in the Bazhenov deposits of Western Siberia: formation, distribution and practical significance // *Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Seventh All-Russian Meeting* // September 18–22, 2017, Moscow. Scientific materials / V. A. Zakharov, M. A. Rogov, E. V. Shchepetova (ed). — Moscow : GIN RAS, 2017. — P. 153–157. — (in Russian).
- Panchenko I. V., Nemova V. D., Smirnova M. E., *et al.* Stratification and detailed correlation of the Bazhenov horizon in the central part of Western Siberia according to the data of lithological-paleontological study of the core and well logs // *Geology of oil and gas*. — 2016. — Vol. 6. — P. 22–34. — (in Russian).
- Panchenko I. V., Sobolev I. D., Latyshev A. V. Pyroclastic material in the Bazhenov deposits of Western Siberia: its role in sedimentogenesis and possible sources // *Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the VIII All-Russian meeting with international participation. Online conference, September 7–10, 2020* // / ed. by B. A. Zakharov, M. A. Rogov, E. V. Shchepetova, *et al.* — Syktyvkar : IG Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020. — P. 183–187. — (in Russian).
- Panchenko I. V., Sobolev I. D., Rogov M. A., *et al.* Volcanic tuffs and tuffites in the boundary sediments of the Jurassic and Cretaceous (Volgian-Ryazanian stages) of Western Siberia // *lithology and minerals*. — 2021. — Vol. 2. — P. 144–183. — DOI: [10.31857/S0024497X21020051](https://doi.org/10.31857/S0024497X21020051). — (in Russian).
- Panchenko I. V., Vishnevskaya V. S., Kalmykov G. A., *et al.* New data on the biostratigraphy of the Abalak and Bazhenov formations of the Shirotny Ob region, obtained on the basis of a comprehensive study of macro- and microfossil remains. *Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography* // Fifth All-Russian Conference. September 23–27, 2013, Tyumen. Scientific materials / ed. by V. A. Zakharov, M. A. Rogov, B. N. Shurygin. — Yekaterinburg : LLC «PH «IzdatNaukaService», 2013. — P. 162–165. — (in Russian).
- Panchenko I., Rogov M., Sobolev I., *et al.* Catalog of Upper Jurassic – Lower Cretaceous tuffs and tuffites findings in the core of wells in Western Siberia // *ESDB repository*. — Moscow, 2022. — DOI: <https://doi.org/10.2205/2022ES000817-data>. — (Dataset).
- Petrographic Code of Russia. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact formations. Third edition, corrected and supplemented / ed. by O. A. Bogatikova, O. V. Petrova, A. F. Morozov. — SPb : Publishing house of VSEGEI, 2008. — P. 200. — (in Russian).
- Predtechenskaya E. A., Malyushko L. D. Geochemical features and factorial models of the Bazhenov formation in the central and southeastern regions of the West Siberian Plate // *News of universities. Geology and exploration*. — 2016. — Vol. 4. — P. 23–36. — (in Russian).
- Ramiro-Ramirez S. Petrographic and petrophysical characterization of the Eagle Ford Shale in La



- Salle and Gonzales counties, Gulf Coast Region, Texas. — Golden, Colorado. USA : Colorado School of Mines, 2016. — P. 126.
- Rich J. L. Probable fondo origin of Marcellus-Ohio New Albany-Chattanooga bituminous shale // Amer. Ass. Petrol Geol. bull. — 1951. — Vol. 35. — P. 2017–2040. — DOI: [10.1306/3d93431c-16b1-11d7-8645000102c1865d](https://doi.org/10.1306/3d93431c-16b1-11d7-8645000102c1865d).
- Rogov M. A. Infrazonal ammonite biostratigraphy, paleobiogeography and evolution of Volgian craspeditid ammonites // Paleontological Journal. — 2020. — Vol. 54. — P. 1189–1219. — DOI: [10.1134/S0031030120100068](https://doi.org/10.1134/S0031030120100068).
- Rogov M. A. Ammonites and Infrazonal Stratigraphy of the Kimmeridgian and Volgian Stages of the Panboreal Superrealm // Proceedings of the Geological Institute. — 2021. — Vol. 627. — P. 1–732. — DOI: [10.54896/00023272\\_2021\\_627\\_1](https://doi.org/10.54896/00023272_2021_627_1). — (in Russian).
- Rogov M. A., Shchepetova E. V., Zakharov V. A. Late Jurassic – earliest Cretaceous advanced shelf dysoxic-anoxic event and its possible causes // Geological Magazine. — 2020. — Vol. 157. — P. 1622–1642. — DOI: [10.1017/S001675682000076X](https://doi.org/10.1017/S001675682000076X).
- Rogov M. A., Zakharov V. A., Ershova V. B. Detailed stratigraphy of the boundary Jurassic-Cretaceous deposits of the lower reaches of the river. Lena (Yakutia) on ammonites and buchias // Stratigraphy. Geol. Correlation. — 2011. — Vol. 19, no. 6. — P. 67–88. — (in Russian).
- Sacks V. N., Shulgina N. I. Cretaceous system in Siberia. Proposals for tiered and zonal subdivision // Geology and geophysics. — 1962. — Vol. 10. — P. 23–41. — (in Russian).
- Sacks V. N., Shulgina N. I. New Neocomian zones and the boundary of the Berriasian and Valanginian stages in Siberia // Geology and geophysics. — 1969. — Vol. 12. — P. 42–52.
- Sarkisyan S. G., Protsvetalova T. N. Some petrographic features of bituminous mudstones of the Maryanovka Formation (West Siberian Lowland) // News of universities. Geology and exploration. — 1964. — Vol. 2. — P. 56–61.
- Sarkisyan S. G., Protsvetalova T. N. Paleogeography of the West Siberian Lowland in the Early Cretaceous. — M : Science, 1968. — (in Russian).
- Scudder R. P., Murray R. W., Schindlbeck J. C., *et al.* Geochemical approaches to the quantification of dispersed volcanic ash in marine sediment // Progress in Earth and Planetary Science. — 2016. — Vol. 3, 1. — P. 1–32. — DOI: [10.1186/s40645-015-0077-y](https://doi.org/10.1186/s40645-015-0077-y).
- Shakirov V. A., Vilesov A. P., Morozov V. P., *et al.* Volcanic rocks in the condensed Domanik facies of the Mukhanovo-Erokhovskaya intrashelf basin // Geology, geophysics and development of oil and gas fields. — 2022. — Vol. 2, no. 362. — P. 14–26. — DOI: [10.33285/2413-5011-2022-2\(362\)-14-26](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-2(362)-14-26). — (in Russian).
- Shaldybin M. V., Kondrashova E. S. The Jurassic global volcanic events recorded in sedimentary black shale deposits (Bazhenov formation, West Siberia). Large Igneous Provinces through earth history: mantle plumes, supercontinents, climate change, metallogeny and oil-gas, planetary analogues // Abstract volume of the 7th International Conference. — Tomsk : CSTI Publishing house, 2019. — P. 122–124.
- Shaldybin M. V., Krupskaya V. V., Glotov A. V., *et al.* Petrography and mineralogy of clays of anomalously luminescent interlayers of the Bazhenov Formation of the West Siberian Sedimentary Basin // Oil industry. — 2018. — Vol. 2. — P. 36–40. — DOI: [10.24887/0028-2448-2018-2-36-40](https://doi.org/10.24887/0028-2448-2018-2-36-40). — (in Russian).
- Shaldybin M. V., Wilson M. J., Wilson L. The nature, origin and significance of luminescent layers in the Bazhenov Shale Formation of West Siberia, Russia // Mar. Petr. Geol. — 2019. — Vol. 100. — P. 358–375. — DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2018.11.022](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.11.022).
- Shulgina N. I. Ammonites of the north of Central Siberia // Jurassic-Cretaceous boundary and Berriasian in the Boreal Belt. — Novosibirsk : Science, 1972. — P. 137–175. — (in Russian).
- Skvortsov M. B., Kontorovich A. E., Volkov V. A., *et al.* Differentiated assessment of the prospects for the oil potential of the Bazhenov formation of the West Siberian oil and gas field (unconventional sources of shale oil) with the identification of promising zones and areas based on the development and improvement of criteria for its potential productivity and methodological approaches to assessing forecast resources. State Contract Report No 7/14 // Funds of AU «NAC RN named after V. I. Shpilman». Tyumen. — 2016. — P. 371. — (in Russian).
- Stevenson J. A., Millington S. C., Beckett F. M. Big grains go far: understanding the discrepancy between tephrochronology and satellite infrared measurements of volcanic ash // Atmos. Meas. Tech. — 2015. — Vol. 8. — P. 2069–2091. — DOI: [10.5194/amt-8-2069-2015](https://doi.org/10.5194/amt-8-2069-2015).
- Strakhov N. M. Fundamentals of the theory of lithogenesis. Volume 1. Types of lithogenesis and their location on the surface of the Earth. — Moscow, Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1960. — (in Russian).
- Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications

- for mantle composition and processes // Geological Society, London, Special Publications. — 1989. — Vol. 42. — P. 313–345. — DOI: [10.1144/gsl.sp.1989.042.01.19](https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1989.042.01.19).
- Tang M., Lee C. T. A., Chen K. Nb/Ta systematics in arc magma differentiation and the role of arclogites in continent formation // Nature Communications. — 2019. — Vol. 10. — P. 1–8. — DOI: [10.1038/s41467-018-08198-3](https://doi.org/10.1038/s41467-018-08198-3).
- Tectonic map of the central part of the West Siberian plate. Scale 1:1 000 000 / ed. by V. I. Shpilman, N. I. Zmanovskiy, L. L. Podsova. — Tyumen, 1998. — (in Russian).
- van der Boon A., van der Ploeg R., Cramwinckel M. J., *et al.* Integrated stratigraphy of the Eocene-Oligocene deposits of the northern Caucasus (Belaya River, Russia): Intermittent oxygen-depleted episodes in the Peri-Tethys and Paratethys // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 2019. — Vol. 536. — P. 109395. — DOI: [10.1016/j.palaeo.2019.109395](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109395).
- Vishnevskaya V. S. Biostratigraphy and paleogeography of the Bazhenov Formation according to radiolarian analysis // Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Fifth All-Russian meeting September 23–27, 2013, Tyumen. Scientific materials / ed. by B. A. Zakharov, M. A. Rogov, B. N. Shurygin. — Yekaterinburg : LLC «Publishing House «Publishing House «IzdatNaukaService», 2013. — P. 34–37. — (in Russian).
- Vishnevskaya V. S., Amon E. O., Gatovsky Y. A. Radiolarian biostratigraphy of the Bazhenov Horizon (Upper Jurassic-Lower Cretaceous) of Western Siberia // Stratigraphy. Geol. correlation. — 2020. — Vol. 28, no. 6. — P. 105–124. — DOI: [10.31857/s0869592x20060101](https://doi.org/10.31857/s0869592x20060101). — (in Russian).
- Volkov V. A., Yuzhakova V. M., Suleimanova L. O., *et al.* Clarification of the geological and geophysical model of the structure, identification and mapping of oil and gas promising zones in the deposits of the sedimentary cover and pre-Jurassic basement, assessment of the resources of the identified objects and justification of priority areas for the licensing program of the Karabash zone. State Contract Report No 5/12 // Funds of AU «NAC RN named after V. I. Shpilman». Tyumen. — 2014. — P. 177. — (in Russian).
- Vyachkeleva N. P., Klimova I. G., Turbina A. S., *et al.* Atlas of mollusks and foraminifers of Upper Jurassic and Neocomian marine deposits of the West Siberian oil and gas region. Volume I. — 1990. — (in Russian).
- Wang A. V. Mesozoic-Paleogene volcanism in the West Siberian Lowland // Report. Academy of Sciences of the USSR. — 1973. — Vol. 210, no. 5. — P. 156–159. — (in Russian).
- Wang A. V. The role of volcanism in the formation of the Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover of the West Siberian Plate. Magmatism, lithology and ore potential in Siberia. — Novosibirsk : West-Siberian book publishing house, 1974. — P. 52–61. — (in Russian).
- Wang A. V., Kazansky Y. P. Volcanoclastic material in sediments and sedimentary rocks. — Novosibirsk : Science, 1985. — (in Russian).
- Wang A. V., Predtechenskaya E. A., Zlobina O. N. Products of volcanism in the Jurassic deposits of the Ural part of the West Siberian Plate // Geology, geophysics and development of oil and gas fields. — 2011. — Vol. 4. — P. 15–22. — (in Russian).
- Wang X., Gao J., Zhong L., *et al.* The volcanic impacts on the formation of organic-rich shales from the freshwater to saline lakes: cases study in the Ordos and the Junggar basins // Front. Earth Sci. — 2022. — Vol. 10. — P. 918391. — DOI: [10.3389/feart.2022.918391](https://doi.org/10.3389/feart.2022.918391).
- Yakovleva A. I., Waga D. D., Andreeva-Grigorovich A. S., *et al.* New palynological data from the Middle Eocene deposits of the Kheu reference section, Kabardino-Balkaria, North Caucasus // Stratigraphy. Geol. correlation. — 2020. — Vol. 28, no. 1. — P. 97–116. — DOI: [10.31857/S0869592X2001007X](https://doi.org/10.31857/S0869592X2001007X). — (in Russian).
- Yarmolyuk V. V., Nikiforov A. V., Kozlovsky A. M., *et al.* Late Mesozoic igneous province of East Asia: structure, magmatism and formation conditions // Geotectonics. — 2019. — Vol. 4. — P. 60–77. — DOI: [10.31857/S0016-853X2019360-77](https://doi.org/10.31857/S0016-853X2019360-77). — (in Russian).
- Yudovich Y. E., Ketris M. P. Black Shale Geochemistry. — L : Science, 1988. — (in Russian).
- Yudovich Y. E., Ketris M. P. Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry). — Syktyvkar : Geoprint, 2011. — (in Russian).
- Yudovich Y. E., Ketris M. P. Geochemical and mineralogical indicators of volcanic products in sedimentary strata. 2nd ed. — M.-Berlin : Direct Media, 2015. — (in Russian).
- Yudovich Y. E., Ketris M. P., Shulepova A. H., *et al.* Geochemical diagnostics of volcanogenic material in black shale deposits of the Lemva zone of the Urals // Geochemistry. — 1986. — Vol. 10. — P. 1464–1476. — (in Russian).
- Zanin Y. N., Zamirailova A. G., Eder W. G., *et al.* Rare earth elements in the Bazhenov formation of the West Siberian sedimentary basin // lithosphere. — 2011. — Vol. 6. — P. 38–54. — (in Russian).