

УДК 552.08

**И.В. Бадьянова, И.Я. Илалтдинов,  
Г.Ю. Пономарева, Е.М. Томилина**  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, Пермь

## **АНОМАЛЬНАЯ ТОЛЩА В РАЗРЕЗЕ «КЛАССИЧЕСКОГО» КУНГУРА (ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА) ЗАКАЗНИКА ПРЕДУРАЛЬЕ**

На территории заказника Предуралье с применением прецизионных методов изучена толща пород мощностью 7 м, которая резко отличается от классической схемы кунгурского яруса. Авторы отождествляют толщу с дивьинской свитой Предуральского прогиба, являющейся фациальным аналогом платформенных свит саргинского и саранинского горизонтов. Аномальная толща обнажается только в двух разрезах – Камайский Лог и Межевой Лог и отличается литологическими, палеонтологическими и геохимическими особенностями. Изученные породы характеризуются микрозернистой структурой, присутствием пелитовых частиц и органического вещества, что указывает на их образование в условиях морского шельфа ниже базиса штормовых волн, на глубинах 70–100 м. Обилие терригенного и глинистого материала, растительного детрита имеет турбидитовую природу и показывает связь бассейна с Сылвенской впадиной.

*Ключевые слова: кунгурский ярус, дивьинская свита, Предуралье, апвеллинг, турбидиты.*

**DOI: 10.17072/chirvinsky.2026.11**

Кунгурский ярус установлен А.А. Штукенбергом в 1890 г. Название дано по Кунгурскому уезду, где эти отложения широко развиты. В качестве типовых разрезов он приводит обнажения в окрестностях сёл Большие Карзи и Верхний Бардым в районе г. Красноуфимска Свердловской области. Однако среди геологов прочно укрепились представления о стратотипе яруса, расположенном в бассейне р. Сылвы в окрестностях г. Кунгура, описанном А.А. Штукенбергом в 1898 и 1932 гг. Такое же представление о стратотипе имеется и в работе Н.П. Герасимова и Е.И. Тихвинской (1934) «Разрез классического кунгура». Классический кунгур в прежнем понимании принимался в объеме филипповского и иренского горизонтов, которым в типовых разрезах соответствуют филипповская и иренская свиты, не охарактеризованные ортостратиграфическими группами фауны – фузулинидами, конодонтами и аммоноидеями. Для удобства корреляции с Международной стратиграфической шкалой объем кунгурского яруса изменен за

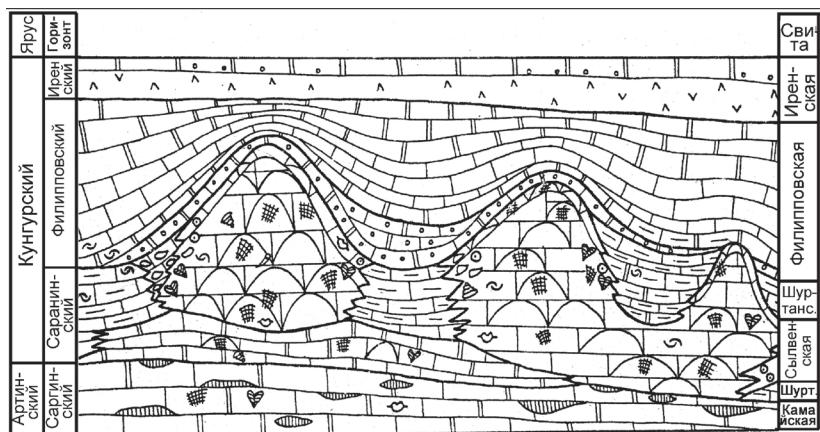


Рис. 1. Классическая схема соотношения стратонов и фаций по обнажениям и скважинам Кунгуро-Кишертского района (Путеводитель..., 1991)

счет включения в его состав саранинского горизонта артинского яруса. Подошва кунгурского яруса понижена до основания конодонтовой зоны *Neostreptognatodus pnevi*. С этим уровнем совпадает граница саранинского горизонта Восточно-Европейской платформы. Исследования авторского коллектива связаны именно с саранинским горизонтом. Типовые разрезы его свит территориально приурочены к бассейну р. Сылвы между г. Кунгуром и с. Усть-Кишерт, где расположен заказник «Предуралье». Скальные выходы хорошо известны стратиграфам и палеонтологам, а в 1937, 1991 и 2015 гг. являлись объектами геологических экскурсий в рамках Международных Конгрессов (рис. 1).

Заказник «Предуралье» находится в северной части Уфимского вала на востоке Русской плиты Восточно-Европейской платформы. Уфимский вал представляет собой новейшую ( $N_2-Q$ ) тектоническую структуру сводового типа, а именно антиклиналь с очень пологими крыльями. Ядро складки расположено в Камайском логу и на территории д. Частые, здесь наблюдается максимальная вскрытая мощность артинского яруса. В палеотектоническом отношении Кунгуро-Кишертский район приурочен к Быско-Кунгурской впадине. В антиклинали Уфимского вала нижний (приуральский) отдел пермской системы обнажается в составе двух ярусов – артинского и кунгурского. Артинский ярус представлен окремненными известняками и спонголитами камайской свиты саргинского горизонта. Кунгурский ярус выделяется в составе саранинского, филипповского и иренского горизонтов. Саранинский горизонт представлен двумя разновозрастными свитами – сылвенской и

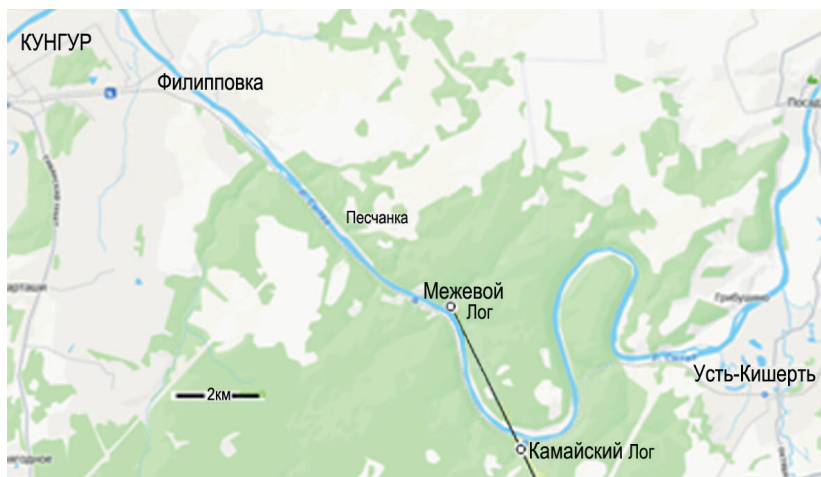


Рис. 2. Схема выходов дивьинской свиты на территории заказника Предуралье

шуртанской. В сылвенскую свиту выделены органогенные постройки (биогермы и биостромы). К шуртанской свите относятся глинистые известняки межрифовых фаций. Филипповский горизонт ложится на неровный палеорельеф кровли саранинского горизонта петропавловской и усть-каменской пачками. Иренская свита иренского горизонта практически полностью уничтожена эрозией. В целом весь разрез сложен очень светлыми карбонатными породами с примесью спонголитов.

На территории заказника имеется толща пород мощностью 7 м, которая резко отличается от классической схемы литологическими, палеонтологическими и геохимическими особенностями. Она обнажается только в двух разрезах – Камайский Лог и Межевой Лог (рис. 2).

Обнажение в Камайском логу хорошо известно и рассматривалось в ряде работ разными исследователями. К настоящему времени обособились следующие представления об идентификации данного стратона. 1. Шуртанская свита саранинского горизонта кунгурского яруса (В.Д. Наливкин, 1949; В.В. Черных, 2006). 2. Камайская свита (Н.В. Дорофеев, 1950; С.В. Наугольных, 2020). Этими авторами высказывается мнение, что в Камайском логу камайская свита залегает выше сылвенских «рифов» и относится к кунгурскому ярусу. 3. Новая свита (О.Л. Коссовая, устное сообщение). 4. Дивьинская свита (Ponomareva et al., 2015; Попов и др., 2025; Хопта и др., 2025).

В чем же особенность наших исследований? В первую очередь они отличаются «насмотренностью». Регулярные полевые наблюдения за геологическими объектами заказника Предуралье проводились

в рамках учебной практики со студентами в течение 29-и лет, начиная с 1996 г. В первые пятнадцать лет результаты полевых работ вполне укладывались в рамки классической схемы. С 2012 г. начинается изучение толщи пород, по своим характеристикам выпадающей из принятых представлений о разрезе заказника Предуралье. Ретроспектива проведенных исследований выглядит следующим образом.

2012, 2013 гг. – обнаружение и описание выходов дивьинской свиты в разрезе Камайский Лог, отбор образцов на микрофауну и микрофации.

2014 г. – обнаружение и описание выходов дивьинской свиты в разрезе Межевой Лог.

2015 г. – подготовка разрезов Межевой Лог и Камайский Лог к геологической экскурсии в рамках XVIII Международного геологического конгресса по каменноугольной и пермской системам (Казань, 2015): зачистка обнажения Межевой Лог, геохимическое опробование.

2016 г. – геохимические исследования органического вещества из пород дивьинской свиты разреза Камайский Лог: люминесцентно-биту-минологический анализ, пиролиз, ИК-спектметрия и др.

2017 г.: 1) выход монографии Геология «Предуралья» (коллектив авторов), где впервые рассмотрены результаты изучения дивьинской свиты заказника. 2) полевой отбор образцов для геохимических исследований органического вещества в типовых разрезах дивьинской свиты в окрестностях г. Красноуфимска.

2018 г. – новое опробование разрезов в связи с участием территории заказника Предуралье в совместном Российско-Китайском гранте РФФИ и Государственного фонда естественных наук Китая «Пермские климатические события и бентосная биота в Китае и России». В рамках гранта проведены полуколичественный минералогический анализ, изотопно-геохимические исследования, палеонтологический анализ (О.Л. Коссовая, Институт Карпинского, Санкт-Петербург).

2021–2023 гг. – геохимические исследования обнажений Клеповского лога на восточной границе заказника Предуралье. Предполагалось наличие здесь выходов дивьинской свиты.

2024 г. – дополнительное опробование слоя 3 обн. Закопушка разреза Камайский Лог для повторных геохимических исследований. Этот интервал разреза характеризуется самым высоким содержанием органического вещества.

2025 г. – изучение основных петрогенных элементов флуоресцентным рентгеноспектральным методом образцов обнажения Закопушка (сектор наноминералогии, ПГНИУ).

Типовая дивьинская свита является фациальным аналогом платформенных свит саргинского и саранинского горизонтов и развита в Предуральском прогибе. Она тянется полосой 15–20 км по западному склону Сылвенской впадины в 6 км от изученных разрезов. Дивьинская свита делится на три части. Среднюю пачку называют «собственно дивьей», она сложена зеленовато-серыми мергелями и аргиллитами, характеризуется постоянной примесью углистого детрита, алевроита, наличием фукоидов. Верхняя пачка представлена серыми мергелями с прослоями глинистых известняков (Беклемишев и др., 1973). В приплатформенной части мощность свиты составляет 5–10 м. В изученных разрезах заказника Предуралье в нашей дивьинской свите выделяются две части, литологически соответствующие второй и третьей пачкам типового разреза. По микрофауне (фораминиферы и конодонты) обнажение Закопушка Камайского Лога датируется кунгурским ярусом (Геология «Предуралья»..., 2017). На территории заказника аномальная толща лежит на камайской свите и покрывается в Камайском логу шуртанской свитой, в Межевом Логу – биостромом сылвенской свиты.

Почему мы не относим аномальную толщу к камайской свите. Нижняя часть обнажения Закопушка (слой 2) действительно визуально напоминает выходы камайской свиты. Отличия: темный цвет пород, примеси (терригенная, углистая, битуминозность), плитчатая текстура с ровными поверхностями наслоения, особая, более глубоководная ассоциация морских организмов (многочисленные остатки хрящевых и лучеперых рыб, ходы илоедов (фукоиды), спиккулы кремневых губок (отсутствие целых скелетов), конулярии, беззамковые брахиоподы, конодонты прекрасной сохранности, известковые водоросли). В углистых мергелях встречены фрагменты наземных растений (*Paracalamites frigidus* Neub., *Tylodendron* sp.). Мергели алевроитистые, часто углистые, битуминозные с характерным запахом. Желваки кремня черные, а не белые и голубовато-серые, как в камайской свите.

Отличия аномальной толщи от шуртанской свиты: темный цвет пород, постоянное окремнение, обилие органического вещества и соответствующий запах (шуртанская свита пахнет сероводородом), наличие более разнообразной фауны и флоры. Некарбонатная часть мергелей, что видно в нерастворимом остатке, кремнистая, а не глинистая.

Описанную толщу авторы относят к дивьинской свите на основании следующих критериев. Во-первых, имеется существенное литологическое и палеонтологическое сходство с типовыми пачками. В основании разреза присутствуют спиккуловые спонголиты (спиккуловые турбидиты; Мизенс, 1997). Отличие – полное отсутствие фузулинид

и аммоноидей. Именно это обстоятельство О.Л. Коссовая (Институт Карпинского, г. Санкт-Петербург) считает весьма весомой причиной выделения аномальной толщи «Предуралья» в новую свиту (устное сообщение). Второй критерий палеотектонический. Весь комплекс пород «Предуралья» накапливался в режиме карбонатной платформы Восточно-Европейского моря. С востока территория ограничивалась Предуральским прогибом, который заполнялся терригенно-карбонатными породами глубоководных конусов выноса, или флишем (Мизенс, 1997). По всей территории Сылвенской впадины в артинском и кунгурском веках наблюдались юго-западные и западные потоки. Таким образом, источник терригенного материала и растительного детрита следует искать на востоке, в Сылвенской впадине. Третий аргумент мы связываем с Камайским месторождением оолитовых известняков филипповской свиты. Они образуют линзу северо-западного простирания (как и линия, соединяющая два разреза, рис. 1) между Камнями Коронка и Межевой с разведанными и утвержденными запасами по месторождению 11,3 млн т (Оборин, 2003). Только здесь петропавловская пачка оолитовых известняков достигает максимальной мощности 12 м и более, что предполагает наличие быстро заполнявшейся палеовпадины.

Мы предлагаем такую фациальную интерпретацию разреза. Осадочные породы нашей дивьинской свиты характеризуются микрозернистой структурой, присутствием пелитовых частиц и органического вещества, что указывает на их образование в условиях морского шельфа ниже базиса штормовых волн, на глубинах 70–100 м (фациальный пояс 2, верхняя часть глубоководного шельфа; Brett et al., 1993). Обилие терригенного и глинистого материала, растительного детрита имеет турбидитовую природу и показывает связь бассейна с Сылвенской впадиной. На турбидитовую природу, по нашему мнению, указывает и каменноугольный возраст цирконов из углисто-глинистых прослоев слоя 3 обнажения Закопушка (О.Л. Коссовая, устное сообщение). «Отвершек» Сылвенской впадины внедрился в массив карбонатной платформы примерно на 10 км и открывался на юго-восток. В начале филипповского времени впадина была компенсирована осадками оолитовых известняков петропавловской пачки. На дистальную часть впадины в окрестностях Межевого лога указывают следующие признаки. Органическое вещество в породах окислено и содержится в небольших количествах. Между двумя пачками вымыты плиты биострома. Вероятно мелководная абразия происходила в послесаранинское, а именно филипповское, время.

В настоящее время минералогические и геохимические данные связывают условия формирования типовой дивьинской свиты с зонами

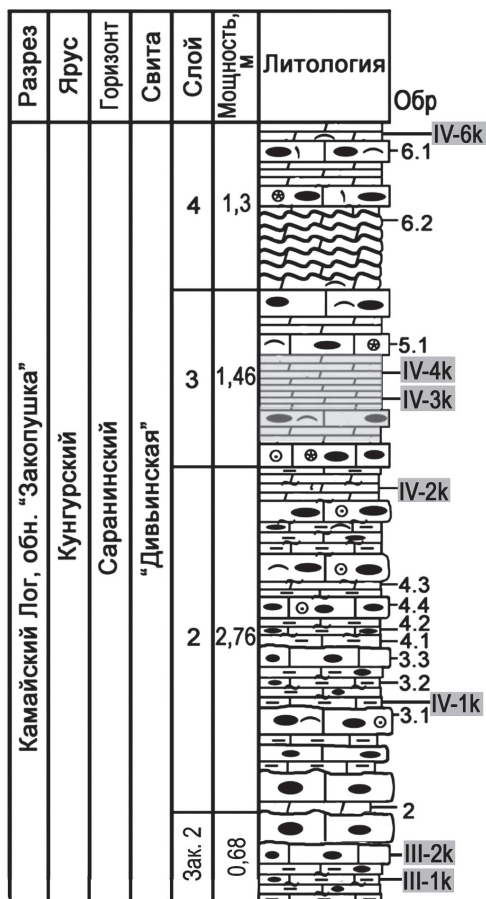


Рис. 3. Схема обнажения Закопушка разреза Камайский Лог.

Условные обозначения: 3.1 – образцы на микрофауну; IV-1k – пробы на рентгенофазовый анализ; серый цвет на разрезе указывает интервал, обогащенный органическим веществом

Межевом Логу. По всей вероятности это объясняется тем, что Камайский Лог находился в более проксимальной позиции к источнику фосфатов и восходящим глубинным водам. Наличие  $P_2O_5$  подтверждено полуколичественным минералогическим анализом тяжелой фракции, выделенной из пород обн. Закопушка Камайского Лога (Институт Карпинского,

апвеллинга. Осадки зон апвеллинга обогащены зернами кварца, кремнистыми глинами, горючими сланцами, фосфоритами, глауконитом. Давно замечено, что фосфатные фации тесно связаны во времени и пространстве с осадками, богатыми органическим веществом» (Phosphate..., 1986). Известен также парагенезис глауконита и фосфата. Проявления экзогенного фосфогенеза обнаруживаются на юге Приуралья и связаны они с рифами Шиханами. В связи с этим появилась идея провести изучение петрогенных элементов. При исследовании химического состава пород дивьянской свиты «Предуралья» рентгенофлуоресцентным методом установлены низкие концентрации окисла фосфора ( $P_2O_5$ ) на уровне 0,04–0,16 мас.% как в пробах Межевого Лога, так и Камайского Лога в нижней и верхней частях разреза. При этом концентрации  $P_2O_5$  в Камайском Логу в полтора раза выше, чем в

Санкт-Петербург). Максимальное содержание фосфатов в тяжелой фракции составляет 52,1% (слой 2) и уменьшается вверх и вниз по разрезу до 1% с закономерным уменьшением выхода тяжелой фракции от 0,051% до 0,003%. Минеральный состав пород изучен рентгенофазовым анализом, который наряду с главными породообразующими минералами – кальцитом, доломитом и др., показал наличие низких концентраций глауконитовой фазы с уменьшением ее содержания от 0,9 (слой 2) до 0,2 мас.% вверх по разрезу.

С целью реконструкции обстановки и оценки продуктивности палеобассейна был проведен пиролитический анализ (Rock-Eval) органического вещества пород дивьинской свиты (Хопта и др., 2025). Полученные данные демонстрируют высокое общее содержание органического углерода в разрезе Камайский Лог ( $C_{\text{орг}}$  до 6,08% в слое 3). В отличие от них, образцы из Межевого Лога характеризуются низкими значениями  $C_{\text{орг}}$  (<0,67%), что подчеркивает фациальную неоднородность толщи. Значения Водородного индекса (HI) варьируются в широких пределах от 28 до 609 мг УВ/г  $C_{\text{орг}}$ , что указывает на смешанный тип органического вещества (II–III, сапропелево-гумусовый тип). Наибольшие значения HI (>400 мг УВ/г  $C_{\text{орг}}$ ), наблюдаемые в наиболее обогащенных образцах слоя 3, свидетельствуют о значительном вкладе сапропелевой (водорослевой) составляющей морского генезиса, в то время как более низкие значения отражают примесь гумусового материала. Что согласуется с палеонтологическими данными о наличии, как морской фауны, так и фрагментов наземной флоры, углистых прослоев. Это, в сочетании с низкими значениями Кислородного индекса (OI) (менее 80 мг  $\text{CO}_2$ /г  $C_{\text{орг}}$  для большинства образцов), однозначно указывают на восстановительные условия седиментации, благоприятствовавшие сохранности органического материала. Низкие значения Tmax (°C) свидетельствуют о незрелой стадии катагенеза ОВ (протокатагенез – самое начало мезокатагенеза) и отсутствии значительного термального воздействия, что обеспечило сохранность исходно органической сигнатуры.

Молекулярно-геохимический анализ биомаркеров предоставляет дополнительные аргументы в пользу реконструкции условий осадконакопления дивьинской свиты. Соотношение стеранов  $\Sigma\text{C27}/\Sigma\text{C29}$  (0,66–0,87) однозначно указывает на смешанный источник органического вещества, что полностью согласуется с данными пироллиза. Ключевым доказательством высокой продуктивности палеобассейна является аномально высокое содержание бактериального гопана (H30), достигающее 22,8%. Соотношения H29/H30 и G/H30 также подтверждают интенсивную деятельность бактерий-редуцентов. Такая картина характерна для

окружающей среды, где большое количество органического материала, произведенного в фотической зоне, подвергшейся активному разложению на дне. В современных процессах осадконакопления это устойчиво ассоциируется с зонами апвеллинга, где подъем глубинных вод, обогащенных питательными веществами, стимулирует всплеск продуктивности фитопланктона.

Таким образом, в результате всех проведенных исследований, можно подвести следующие итоги. Авторский коллектив и другие участники настоящего проекта заявляют о наличии в разрезах классического кунгура аномальной толщи, которую нельзя относить к платформенным свитам кунгурского яруса. Данная толща сопоставлена с дивинской свитой Сылвенской впадины. Фактический материал свидетельствует о связи фациальных обстановок Кунгуро-Кишертского района с Предуральским прогибом. Однако на данном этапе остается еще очень много вопросов, а именно: латеральное оконтуривание впадины, в которой накопилась аномальная толща, седиментологические события на границе артинского и кунгурского веков, не проводился детальный петрографический и минералогический анализ.

#### *Библиографический список*

- Геология Предуралья (геология, геохимия и геофизика УНБ Предуралья). Монография под ред. Г.Ю. Пономаревой, И.Ю. Герасимовой, И.С. Хопта. Пермь: ПГНИУ, 2017. 216 с.
- Герасимов Н.П., Тихвинская Е.И. Разрез классического кунгура // Записки Всероссийского минералогического общества. Ч. LXIII, № 2, 1934. С. 390–440.
- Дорофеев Н.В. Геологическое строение северной части Уфимского плато (район рр.Шуртана и Сараны) // Геология Западного Урала. Тр. ВНИГРИ. Нов. сер., вып. 44. Л.: ГОСОПТЕХИЗДАТ, 1950. С. 61–147.
- Мизенс Г.А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 230 с.
- Наливкин В.Д. Стратиграфия и тектоника Уфимского плато и Юрезано-Сылвенской депрессии // Тр. ВНИГРИ. Нов.серия, вып. 46. Л., М.: ГОСОПТЕХИЗДАТ, 1949. 205 с.
- Оборин А.А. Камайское месторождение оолитовых известняков – уникальный геологический объект / Вестник Пермского университета, 2003. Вып. 3. Заказник «Предуралье». С. 145–148.
- Попов П.П., Ботьшакова М.А., Пономарева Г.Ю., Хопта И.С. Характеристика нижнепермских потенциально нефтегазоматеринских толщ Предуральского краевого прогиба на примере дивинской свиты // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, 2024. № 6. С. 60–68.
- Путеводитель геологических экскурсий. Ч.III. Пермская геологическая система Пермского Приуралья. Международный конгресс «Пермская система земного шара». Свердловск, 1991. 153 с.
- Хопта И.С., Пономарева Г.Ю., Бадьянова И.В., Илалтдинов И.Я., Попов П.П., Томилина Е.М. Новые сведения о разрезе «классического кунгура» (пермская система) заказника «Предуралье» // Палеозой России: проблемы региональной стратиграфии и межрегиональной корреляции. Санкт-Петербург: ФГБУ «Институт Карпинского», 2025. С. 246–249.

- Черных В.В. Нижнепермские конодонты Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006, 130 с.
- Brett C.E., Boucot A.J., Jones B. Absolute depths of Silurian benthicassemblages. *Lethaia*, 1993. V. 26. P. 25–40.
- Naugolnykh Serge V. Main biotic and climatic events in Early Permian of the Western Urals, Russia, as exemplified by the shallow-water biota of the early Kungurian lagoons // *Palaeoworld*. – 2020. – V. 29, №. 2. – P. 391–404.
- Phosphate deposits of the World. V. 1. Proterozoic and Cambrian phosphorites. Eds: Cook P.J. and Sheigold J.H. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1986. 384 p.
- Ponomareva G.Yu., Alekseev A.S., Ivanov A.O. Kungur area. Mezhevoy Log section // *Middle Urals. Carboniferous and Permian marine and continental successions: Field trip guidebook of XVIII International Congress of Carboniferous and Permian (ICCP 2015)*. – Perm: Printing house “Aster”, 2015. P. 24–33.

## AN ANOMALY FORMATION IN THE SECTION OF THE “CLASSICAL” KUNGUR (PERMIAN SYSTEM) NATURAL AREA “PREDURALE”

**I.V. Badyanova, I.J. Ilaltdinov, G.Y. Ponomareva, E.M. Tomilina**

*Perm State National Research University, Perm  
kataev7@psu.ru*

On the territory of the Pre-Ural reserve, using precision methods, a rock sequence 7 m thick was studied, which differs sharply from the classical scheme of the Kungurian stage. The authors identify the sequence with the Divyinsky formation of the Cis-Ural trough, which is a facies analogue of the platform formations of the Sarginsky and Saraninsky horizons. The anomalous strata is exposed only in two sections - Kamaisky Log and Mezhevoy Log and is distinguished by lithological, paleontological and geochemical features. The studied rocks are characterized by a micro-grained structure, the presence of pelitic particles and organic matter, which indicates their formation in sea shelf conditions below the base of storm waves, at depths of 70–100 m. The abundance of terrigenous and clayey material, plant detritus is of turbidite nature and shows the connection of the basin with the Sylven depression.

*Keywords: Kungurian stage, Divyinsky formation, Cis-Urals, upwelling, turbidites.*