

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТАЛОННЫХ РАЗРЕЗОВ ПРИУРАЛЬСКОГО ОТДЕЛА ПЕРМСКОЙ СИСТЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

© 2018 г. Р. Х. Сунгатуллин, Г. М. Сунгатуллина

Казанский федеральный университет. E-mail: Rafael.Sungatullin@kpfu.ru

Более 30 лет Международная комиссия по стратиграфии проводит работы по установлению эталонных разрезов нижних границ ярусов Международной стратиграфической шкалы (МСШ). Такие эталонные разрезы получили название «золотых гвоздей», процедура их выбора и установления границы яруса МСШ названа концепцией GSSP (Global Stratotype Section and Point) — Глобальный стратотипический разрез и точка. К настоящему времени установлено 2/3 ярусных границ GSSP в фанерозое. Подобные работы ведутся и на территории Российской Федерации [6, 7, 12]. В основном они сосредоточены на границах ярусов каменноугольной и пермской систем, стратотипические разрезы большинства из которых находятся на территории России (табл. 1). В настоящее время шесть из девяти ярусов перми имеют «золотые гвозди»: 3 из них расположены в США, 2 — в Китае, 1 — в Казахстане.

Таблица 1

Разрезы-кандидаты GSSP, расположенные в Республике Башкортостан

Ярус	Разрез-кандидат на роль GSSP	Местоположение
Серпуховский	Верхняя Кардаиловка	правый берег р. Урал в Баймакском районе Республики Башкортостан
Московский	Басу	небольшой известняковый карьер, разработанный при строительстве тракта Уфа–Белорецк по правому берегу р. Басу, в 16 км выше впадения ее в р. Инзер.
Гжельский	Усолка	правый берег р. Усолка у санатория Красноусольский
Сакмарский	Усолка	правый берег р. Усолка у санатория Красноусольский
Аргинский	Дальний Тюлькас	правый берег р. Дальний Тюлькас по дороге Красноусольский – Ташла
Кунгурский	Мечетлино	правый берег реки Юрюзань у с. Мечетлино

Разрезы-кандидаты GSSP должны отвечать определенным требованиям, основными из которых являются отсутствие перерывов в осадконакоплении, морской генезис пород, наличие разнообразных окаменелостей, в первую очередь, остатков организмов, которые быстро эволюционируют и позволяют проводить глобальные корреляции. В перми подобными фоссилиями являются конодонты — микроскопические зубовидные остатки животных, по внешнему виду напоминавших угрей. Также породы должны быть пригодны для проведения магнито- и хемотратиграфических исследований и радиоизотопного датирования. Кроме того, разрез должен быть доступным, желательно охраняемым, иметь «ухаженный» внешний вид и развитую инфраструктуру.

Всеми этими качествами в полной мере обладают разрезы-кандидаты GSSP ярусов нижней перми, расположенные в Республике Башкортостан: разрез Усолка — кандидат GSSP сакмарского яруса, разрез Дальний Тюлькас — кандидат GSSP аргинского яруса и разрез Мечетлино — кандидат GSSP кунгурского яруса (рис. 1). У каждого разреза своя история, свой геологический потенциал. Их объединяют только имена исследователей, благодаря которым башкирские разрезы стали известны всему миру. Изучением вышеуказанных разрезов более 30 лет занимаются В.В. Черных и Б.И. Чувашов (Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург) (рис. 2, 3) [3–7]. Результат их многолетнего труда увенчался первым успехом: в октябре 2017 г. голосующие члены Международной подкомиссии по пермской системе единогласно проголосовали за принятие GSSP сакмарского яруса в разрезе Усолка. И это решение должно в ближайшее время получить оконча-

Рис. 1. Местоположение разрезов-кандидатов GSSP ярусов нижней перми: Мечетлино, Усолка и Дальний Тюлькас

тельное утверждение Международной комиссии по стратиграфии. Это будет первый «золотой гвоздь» в России.

Что касается разрезов Мечетлино и Дальний Тюлькас, то Международная подкомиссия по пермской системе (председатель Ш. Шен) рекомендовала провести их дополнительное исследование. В 2016 г. организована группа специалистов (В.В. Черных, Г.В. Котляр, Г.А. Мизенс, Р.Х. Сунгатуллин, Г.М. Сунгатуллина, Р.В. Кутыгин, Т.В. Филимонова, Н.Г. Нургалиева и др.) из Екатеринбурга, Казани, Санкт-Петербурга, Москвы, Якутска для выполнения комплексного изучения данных разрезов (рис. 4).

В настоящее время выполнен большой объем исследований, и летом 2018 г. ожидается приезд на разрезы членов Международной подкомиссии по пермской системе [14].

Работы повелись по нескольким направлениям:

1. Палеонтологические исследования выполнены под руководством В.В. Черных. В разрезе Мечетлино обнажаются пограничные артинско-кунгурские терригенно-карбонатные отложения мощностью около 14 м [4]. В нижней части разреза присутствуют брахиоподы, криноидеи, мшанки, трилобиты, вверху появляются многочисленные остатки растений (рис. 5, 6). Основные результаты изучения органических остатков разреза Мечетлино представлены в таблице 2.

Отложения артинского и кунгурского ярусов разреза Мечетлино содержат богатый комплекс разнообразных окаменелостей, который позволяет не только провести детальное расчленение и глобальную корреляцию разреза, но и проследить историю развития данной территории на рубеже артинского и кунгурского веков. Увидеть, как глубоководная морская обстановка конца артинского века пермского периода постепенно сменяется более мелководными условиями начала кунгурского века.

Разрез Дальний Тюлькас представлен серией терригенно-карбонатных пород сакмарского (курортная свита) и артинского (тюлькасская свита) ярусов [12]. По всему разрезу распространены многочисленные растительные остатки, встречается чешуя рыб, в карбонатно-глинистых породах много радиолярий (рис. 7). Органогенно-обломочные известняки содержат конодонты,

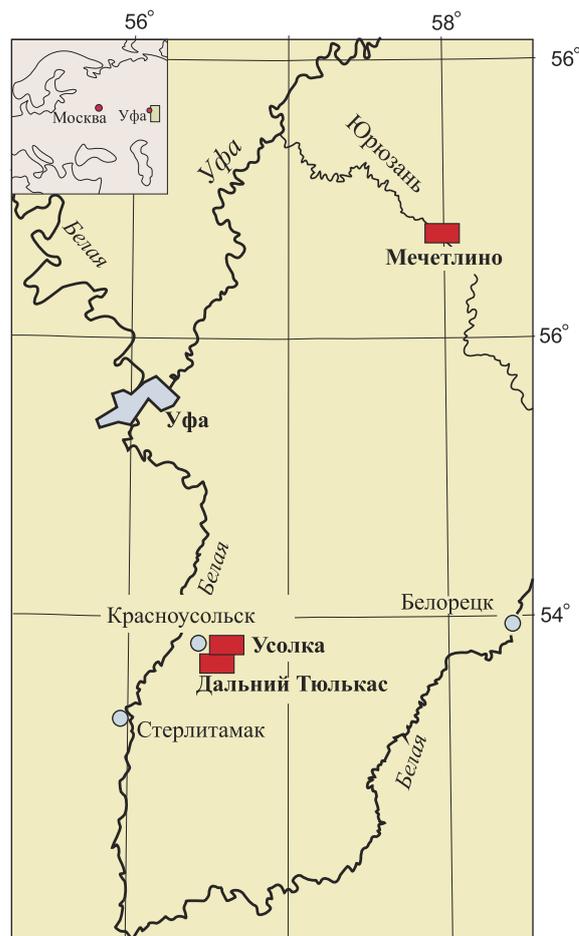


Рис. 2. Во время полевой экскурсии на разрез Мечетлино, 2015 г. Слева направо: В.В. Черных, Ш. Шен, Б.И. Чувашов



Рис. 3. Полевые работы на разрезе Дальний Тюлькас, 2014 г. Слева направо: Б.И. Чувашов, Е.И. Кулагина, Р.Х. Сунгатуллин, В.В. Черных

фрагменты члеников криноидей, обломки раковин брахиопод, мшанок, встречаются как мелкие фораминиферы, так и фузулиниды, головоногие моллюски. Мощность рассматриваемого интервала разреза составляет 14,8 м: 9,7 м относится к сакмарскому ярусу, 5,1 м — к артинскому. Основные результаты изучения органических остатков из сакмарско-артинских отложений разреза Дальний Тюлькас представлены в таблице 3.

Таблица 2

Результаты палеонтологических исследований разреза Мечетлино

Группа фауны (исследователи)	Результаты исследования
Конодонты (В.В. Черных)	Получены данные о составе конодонтовых комплексов в пограничных артинско-кунгурских отложениях, изучены морфологические тренды в развитии конодонтов родов <i>Sweetognathus</i> и <i>Neostreptognathodus</i> , вид <i>N. pnevi</i> Kozur et Movschovitsch выбран в качестве маркера нижней границы кунгурского яруса (рис. 6.3).
Аммоноидеи (Р.В. Кутыгин, М.С. Бойко)	Изучены комплексы позднеартинских (группа <i>Uraloceras fedorowi</i>) и раннекунгурских аммоноидей. В основании кунгура появляется новый вид <i>Clasiuraloceras mechetlense</i> Kutygin (рис. 6.1–6.2), выделены слои с <i>C. mechetlense</i> [1].
Фораминиферы, (Т.В. Филимонова, Т.В. Исакова)	Изучены артинские и кунгурские комплексы фораминифер, выполнена корреляция разреза Мечетлино с разновозрастными образованиями Тетиса, Шпицбергена и Австралии (рис. 6.4–6.5) [8–9].
Рыбы (А.О. Иванов)	В артинских и кунгурских отложениях присутствуют <i>Cooleyella amazonensis</i> Duffin, Richter and Neis, <i>Kunguroodus obliquus</i> (Ivanov), <i>Permopetalodus frederixi</i> Kozlov и др. [11]. При проведении дополнительной расчистки в верхней части артинского яруса впервые найдены остатки <i>Permopetalodus</i> sp. (рис. 6.10–6.11).
Трилобиты (Э.В. Мычко)	В слое 5 обнаружен отпечаток фрагмента трилобита вида <i>Kaskia gruenewaldti</i> (Möller), который типичен для сакмарского и артинского ярусов Южного и Среднего Урала (рис. 6.6).
Брахиоподы (Г.В. Котляр)	В большом количестве встречаются в аргиллитах артинского яруса (слои 3–4), комплекс включает представителей отрядов Productida, Terebratulida и Rhynchonellida (рис. 6.9).
Растительные остатки	В отложениях артинского яруса разреза Мечетлино встречаются внутренние ядра стеблей каламитов (слой 6) (рис. 6.7), в кунгурском ярусе присутствуют прослои аргиллитов с многочисленными растительными остатками (рис. 6.8).
Другая фауна	В артинских карбонатах найдены криноидеи, остракоды, мшанки.

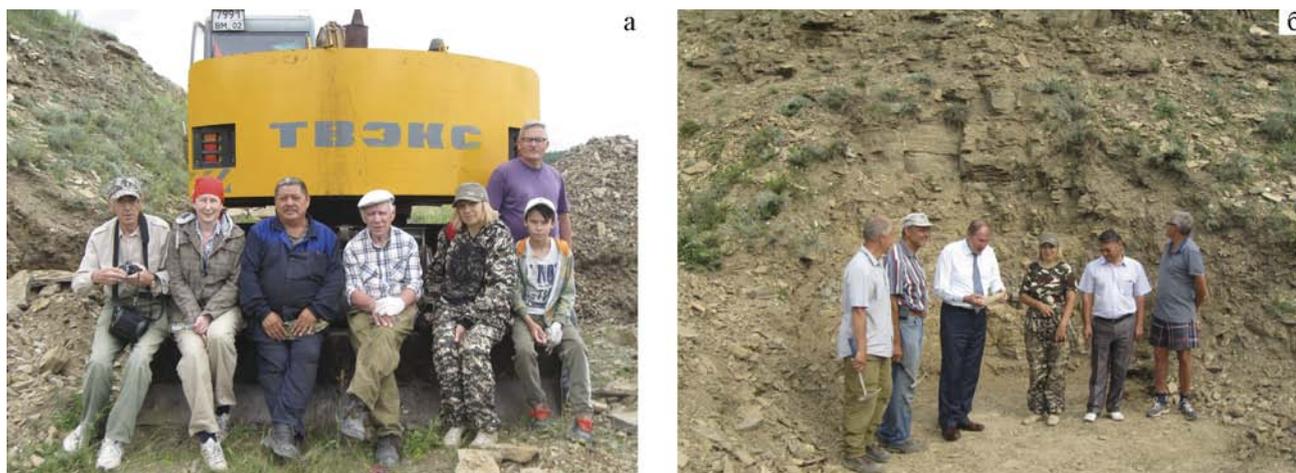


Рис. 4. Полевые работы на разрезе Мечетлино, 2015 г.

а) слева направо: Г.А. Мизенс, Т.В. Филимонова, Даут, В.В. Черных, Г.М. Сунгатуллина, А.Р. Сунгатуллин и Р.Х. Сунгатуллин;
 б) слева направо: Р.В. Кутыгин, В.И. Давыдов, А.Р. Акбашев, Г.М. Сунгатуллина, М.Ф. Кашапов, Р.Х. Сунгатуллин

Таблица 3

Результаты палеонтологических исследований разреза Дальний Тюлькас

Группа фауны (исследователи)	Результаты исследования
Конодонты (В.В. Черных)	Сакмарско-артинская граница определяется по появлению вида <i>Sweetognathus whitei</i> (Rhodes) (рис. 7.3) в линии <i>S. Binodosus</i> – <i>S. Anceps</i> – <i>S. whitei</i> .
Аммоноидеи (Р.В. Кутыгин)	В нижней части артинского яруса обнаружены виды <i>Popanoceras tschernowi</i> Maximova, <i>Eothinities kargalensis</i> Ruzhencev, <i>Popanoceras tschernowi</i> Maximova и др.
Фораминиферы, (Т.В. Филимонова, Т.В. Исакова)	Находятся в процессе изучения.
Споры и пыльца (М.В. Ошуркова, Д.В. Збукова, Л.И. Линкина)	В палинологическом комплексе доминирует пыльца родов <i>Vittatina</i> и <i>Striatopodocarpites</i> . Рубеж сакмарских и артинских отложений по таксономическому составу палиноморф не фиксируется, в артинских отложениях отмечается доминирование акритарх, ухудшение сохранности спор и пыльцы и уменьшение их присутствия по сравнению с сакмарскими отложениями.
Радиолярии	В пограничных сакмарско-артинских отложениях встречены многочисленные радиолярии (<i>Copicyntra cuspidate</i> Nasarov et Ormiston, <i>C. phumatodonta</i> Nasarov et Ormiston, <i>Copiellintra diploacantha</i> Nasarov et Ormiston, <i>Entactinia pycnoclada</i> Nazarov et Ormiston (рис. 7.2), <i>Rectotormentum fornicatum</i> Nasarov et Ormiston, <i>Tetraregnon vimineum</i> Amon et Braun, <i>Tormentum pavlovi</i> (Kozur) (рис. 7.1) и др.), характерные для зоны <i>Rectotormentum fornicatum</i> .
Другая фауна	Рыбы (рис. 7.4), криноидеи, брахиоподы, мшанки.

Геохимические исследования. Впервые получены данные по химическому составу отложений эталонных разрезов Дальний Тюлькас и Мечетлино. Работы проведены под руководством Г.А. Мизенса (ИГиГ УрО РАН, г. Екатеринбург). Анализ распределения элементов в разрезах и использование химических индикаторов позволили получить следующие результаты. В разрезах Дальний Тюлькас и Мечетлино наблюдается значительное сходство в содержании породообразующих окислов в однотипных породах (аргиллиты, известняки, песчаники), что подтверждает их принадлежность к флишевой формации [2]. Это находит подтверждение в установлении двух контрастных групп элементов — «терригенной» и «морской». Намечены некоторые элементы (Ni, Cu, Ba, Zr), которые фиксируют стратиграфические границы в разрезах. Исследованные отложения формировались в условиях аридного климата; при этом для разреза Мечетлино характерна большая аридизация. По значениям индекса химического выветривания условия

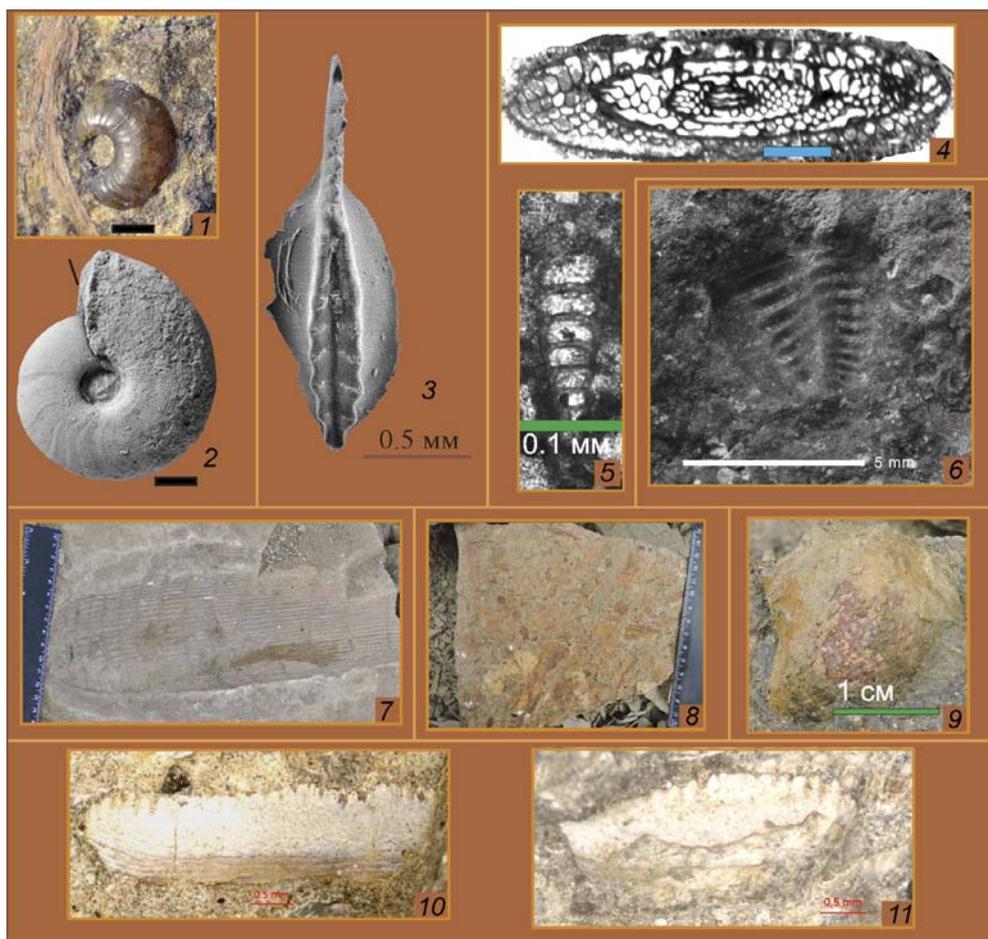


Рис. 6. Окаменелости из артинско-кунгурских отложений разреза Мечетлино

1, 2 — амmonoидеи *Clausiuraloceras mechetlense* Kutugin (фото Р.В. Кутыгина); 3 — конодонт *Neostreptognathodus pnevi* Kozur (фото В.В. Черных); 4 — *Parafusulina cf. cara* Grozdilova; 5 — *Protonodosaria praecursor* (Rauser) (фото Т.В. Филимоновой); 6 — трилобит *Kaskia gruenewaldti* (Möller) (фото Э.В. Мычко); 7 — отпечаток стебля каламита; 8 — скопление растительных остатков; 9 — спинная створка раковины брахиоподы отряда Productida; 10–11 — зубы рыб *Permopetalodus* sp.

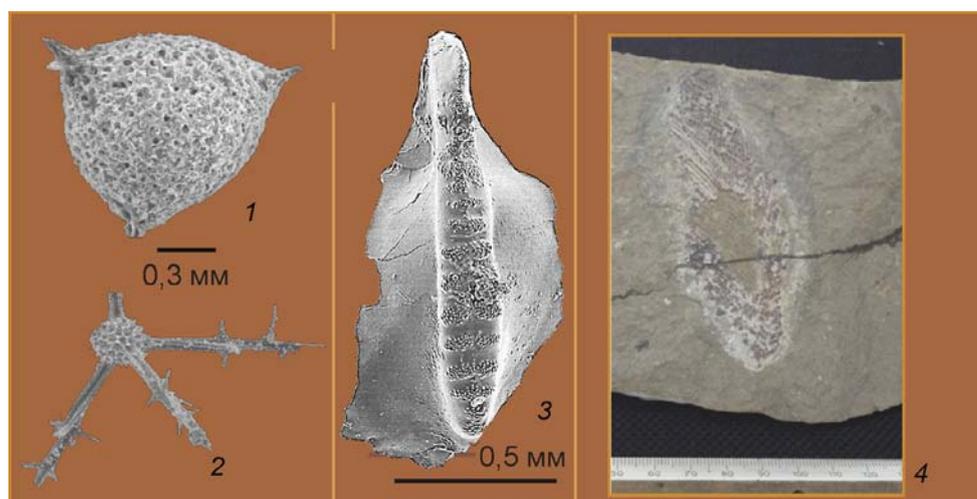


Рис. 7. Окаменелости из сакмарско-артинских отложений разреза Дальний Тюлькас

Радиолярии: 1 — *Tormentum pavlovi* (Kozur), 2 — *Entactinia pycnoclada* Nazarov et Ormiston; 3 — конодонт *Sweetognathus whitei* (Rhodes) (фото В.В. Черных); 4 — рыба.

конкреции) слабомагнитны. Величина J_n составляет 0.13–6.08 мА/м, а χ от –0.6 до 21.8×10^{-5} ед. СИ. Известняки обладают наименьшими значениями магнитных характеристик, включая отрицательные значения χ . Дальнейшее увеличение магнитных характеристик происходит по направлению карбонатные конкреции → известковистые аргиллиты → аргиллиты → песчаники. По данным дифференциального термомагнитного анализа основным носителем среднетемпературной компоненты является магнетит. Палеомагнитные и петромагнитные данные сопоставлены с результатами палеонтологических исследований, что позволило провести палеофациальную реконструкцию условий осадконакопления в приуральскую эпоху для данных разрезов. Наблюдается хорошая корреляция палеомагнитных и геохимических данных. В отложениях кунгурского яруса обнаружены металлические микросферы, которые изучены с помощью электронной микроскопии, микронзондового анализа и рентгеновской микротомографии. Не обнаружены горизонты прямой намагниченности (N-горизонты) в обратной монополярной гиперзоне R Киама, что подтверждает современную мировую магнитохронологическую шкалу [13]. Однако в палеомагнитном отношении интерес представляет интервал в приуральском отделе пермской системы между хронами прямой полярности C12 и C13 по шкале [10]. Данный интервал разреза расположен в верхней части артинского яруса и в нижней части кунгурского яруса с абсолютным возрастом 281–275 млн лет [13]. Необходимо отметить, что эвент C13 отсутствует в Международной палеомагнитной шкале пермской системы [13] и поэтому расширение в будущем изучаемой территории и возрастного интервала исследований позволит более детально провести палеомагнитные исследования приуральских разрезов для поиска инверсий и эпизодов прямой намагниченности в гиперхроне Киама как глобальных коррелятивов. Таким образом, палеомагнитные данные могут выступить важным магнито-стратиграфическим элементом при рассмотрении разрезов в качестве эталонных объектов GSSP — «золотых гвоздей».

Изотопные исследования выполнены под руководством Н.Г. Нургалиевой (КФУ, г. Казань). Определения изотопного состава углерода и кислорода по разрезу Дальний Тюлькас (сакмарский и артинский ярусы) сопоставимы с данными и их интерпретацией согласно работе предшественников [15]. Идентифицируется резкий позитивный сдвиг значений $\delta^{13}\text{C}$ от слоя 7-5 до слоя 9-1 от значения –9.6‰ до –3.6‰ (амплитуда изменения составляет 6‰). Этот сдвиг сопоставим с положительным выбросом от –11.7‰ до –2.2‰ (амплитуда 9.5‰) в приподошвенной части артинского яруса [15]. Впервые полученные изотопные данные по разрезу Мечетлино в целом, вероятнее всего, указывают на существенное значение фактора литогенетических изменений изотопного состава пород, что не позволяет пока уверенно использовать результаты изотопных исследований по данному разрезу в хеомстратиграфических целях.

Выводы

Таким образом, детально изученные разрезы Мечетлино и Дальний Тюлькас могут вполне достойно конкурировать с разрезами-кандидатами на роль «золотых гвоздей» (GSSP) ярусов нижней перми, находящимися в других странах, в первую очередь Китае и США. После посещения разрезов в 2015 г. основной претензией членов Международной пермской подкомиссии к разрезам-кандидатам, расположенным в Республике Башкортостан, являлось то, что они не ухожены, не охраняются, не имеют никакой инфраструктуры, их приходилось каждый раз перед полевыми экскурсиями дополнительно расчищать. Однако в последние годы ситуация в Республике Башкортостан кардинально изменилась. Так, разрез Мечетлино вошел в состав геопарка «Янган Тау» как основной объект международного значения. Здесь при поддержке руководства Салаватского района (М.Ф. Кашапов) сотрудниками санатория Янган Тау (директор А.Р. Акбашев) и геологами Казанского федерального университета выполнен комплекс работ по его расчистке и маркировке (рис. 8). Также проведена в 2015–2016 гг. расчистка разрезов Усолка и Дальний Тюлькас. Однако сделанные расчистки на данных обнажениях постоянно засыпаются, они нуждаются в регулярном обновлении, чтобы выглядеть должным образом и быть готовыми принять специалистов и геотуристов в любое время. Тем более что разрез Усолка в ближайшее время получит статус первого в России «золотого гвоздя» МСШ и должен ему соответствовать.



Рис. 8. Разрез Мечетлино

а) работы по маркировке разреза; б) информационный щит на обнажении Мечетлино

Такие разрезы как Мечетлино, Усолка и Дальний Тюлькас благодаря своей богатой геологической истории в перспективе могут стать не только эталонами границ ярусов МСШ, но центрами геотуризма в нашей стране, как это сделано, например, с «золотыми гвоздями» в Китае. Уникальные геологические объекты, которыми славится башкирская земля, при правильном подходе и постоянном внимании дадут новый импульс к развитию районов Республики Башкортостан.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-05-00306а.

Литература:

1. *Кутыгин Р.В.* Clausiuraloceras mechetlense, новый вид аммоноидей из кунгура Южно-Уральского региона // Палеонтологический журнал. – 2018. – В печати.
2. *Мизенс Г.А.* Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 230 с.
3. *Чувашов Б.И., Мизенс Г.А., Дюпина Г.В., Черных В.В.* Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми центральной части Бельской впадины – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. – 56 с.
4. *Чувашов Б.И., Черных В.В.* Кунгурский ярус Общей стратиграфической шкалы пермской системы // Доклады РАН. – 2000. – Т. 375, № 3. – С. 370–374.
5. *Чувашов Б.И., Черных В.В., Богословская М.Ф.* Биостратиграфическая характеристика стратотипов ярусов нижней перми // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2002. – Т. 10, № 4. – С. 3–19.
6. *Чувашов Б.И., Черных В.В.* Разрез Мечетлино (Южный Урал) – потенциальный лимитотип нижней границы кунгурского яруса // Доклады РАН. – 2011. – Т. 441, № 5. – С. 657–660.
7. *Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M.D.* Mechetlino Section: A candidate for the Global Stratotype and Point (GSSP) of the Kungurian Stage (Cisuralian, Lower Permian) // Permophiles. – 2012. – No 56. – P. 21–34.
8. *Crespin I.* Permian Foraminifera of Australia // Bureau of Mineral Res., Geol. Geoph. – 1958. – No 48. – P. 1–207.
9. *Filimonova T.V.* Smaller Foraminifers of the Lower Permian from Western Tethys // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2010. – No 18(7). – P. 687–811.
10. *Hounslow M.W., Balabanov Y.P.* A geomagnetic polarity time-scale for the Permian, calibrated to stage boundaries // The Permian Timescale / Ed. by S.G. Lucas, S.Z. Shen. – Geological Society Special Publication 450(1), 2018. – P. 61–103.
11. *Ivanov A.O.* Chondrichthyans from the Lower Permian of Mechetlino, South Urals, Russia // The Bulletin of Geosciences. – 2016. – No 92(4). – P. 717–729.

12. *Kotlyar G., Sungatullina G., Sungatullin R.* GSSPs for the Permian Cisuralian Series stages // *Permophiles*. – 2016. – No 63. – P. 32–37.
13. *Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M.* A Concise Geological Time Scale 2016. – Elsevier. – 234 p.
14. *Shen S.* Notes from the SPS Chair 2 // *Permophiles*. – 2017. – No 65. – P. 2.
15. *Zeng J., Cao C.C., Davydov V.I., Shen S.* Carbon isotope stratigraphy and implications of paleoclimatic changes during the Cisuralian (Early Permian) in the southern Urals, Russia // *Gondwana Research*. – 2012. – V. 21, Is. 2–3. – P. 601–610.