

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

УДК 551.7.02

СТРОЕНИЕ И СОСТАВ МЕЛОВЫХ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ПРИБОРТОВОЙ ЧАСТИ УЛЬЗИТИНСКОЙ РИФТОГЕННОЙ ДЕПРЕССИИ
В ВОСТОЧНО-ГОБИЙСКОМ РАЙОНЕ МОНГОЛИИ

М.Н. ГРЕЧУХИН, П.А. ИГНАТОВ

*Российский государственный геологоразведочный университет
117997, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая д. 23; e-mail: maxgrechukhin@gmail.com, petrignatov@gmail.com*

Впервые приведены данные о строении и составе угленосных отложений прибортовой части Ульзитинского тектоно-осадочного бассейна на основе авторского анализа данных по керну и геофизических исследований в скважинах. Наличие мезозойских депрессий в Монголии и Китае, сходных по генезису и связанных с формированием внутриконтинентальных рифтовых бассейнов, определяет актуальность работы. Подчеркивается специфическое контрастное взаимоотношение выделенных литогенетических ассоциаций. Результаты корреляционного анализа по комплексу геолого-геофизических данных показывают возможность выделения в сложно чередующейся толще континентальных отложений локальных маркирующих горизонтов, что имеет практический интерес для целей геологического картирования и поисков полезных ископаемых в однотипных осадочных бассейнах Центральной Азии.

Ключевые слова: Монголия; рифт; Ульзитинская депрессия; осадконакопление; угленосная формация мела; литогенетическая ассоциация.

STRUCTURE AND COMPOSITION OF CRETACEOUS COAL-BEARING
DEPOSITS AT ULZIIT RIFT DEPRESSION MARGIN
IN EAST-GOBI REGION OF MONGOLIA

M.N. GRECHUKHIN, P.A. IGNATOV

*Russian State Geological Prospecting University
117997, Russia, Moscow, Miklouho-Maklaya street, 23; e-mail: maxgrechukhin@gmail.com, petrignatov@gmail.com*

The paper introduces for the first time the data on the structure and composition of coal-bearing sediments in Ulziit tectonic-sedimentary basin's margin based on the authors analysis of the core material and borehole geophysical data. The presence of the numerous stereotyped Mesozoic depressions in Mongolia and China related to the intercontinental rift basins defines an actuality of this paper. The authors stress the specific contrast relations of the defined lithogenetic associations. Results by the set of geological and geophysical data correlation analysis illustrate the possibility of local marking horizons definition in the continental sediments of the complexly interlaced strata that has a practical interest for the geological mapping and exploration of the mineral resources in the similar sedimentary basins of Central Asia.

Keywords: Mongolia; rift; Ulziit depression; sedimentation; coal-bearing Cretaceous formation; lithogenetic association.

В Южной и Восточной Монголии широко распространены мезозойские рифтогенные осадочные бассейны, приуроченные к Восточному Монголо-Забайкальскому рифтовому поясу (рис. 1). При поисках и разведке месторождений полезных ископаемых в слабо литифицированных породах осадочного чехла этих бассейнов необходимо создание достоверной геологической основы. В тоже время для оптимизации геолого-разведочных работ, особенно на поисковой стадии, принципиальна задача сокращения затрат, в первую очередь на дорогостоящее керновое бурение, с минимальным ущербом к качеству геологических данных. Авторами приводятся данные о составе и строении меловых отложений прибортовой части Ульзитинской депрессии в Восточно-Гобийском районе Монголии. Ульзитинская впадина является типичной в ряду мезозойских рифтогенных структур Монголии.

Основные характеристики осадочного чехла получены в ходе поисково-разведочных работ на гидротермальном урановом месторождении Ульзит на основе анализа материала опорных скважин с полным отбором керна и данных сопоставления геофизических исследований в скважинах без керна.

Стратиграфия и характеристика осадочных толщ мезозойских бассейнов Монголии отражены во многих публикациях [1, 2, 6–8, 11, 12] и в основном базировались на результатах работ совместной советско-монгольской геологической экспедиции. Значительный вклад в изучение мезозойских образований Восточно-Гобийского региона Монголии внесли российские и монгольские учёные — Ж. Бадамгарав, Н.А. Маринов, Г.Г. Мартинсон, М.С. Нагибина, Б.В. Полянский, И.Е. Турищев, П. Хосбаяр, В.Ф. Шувалов и др. Исторические данные о строении осадочного чехла Ульзи-

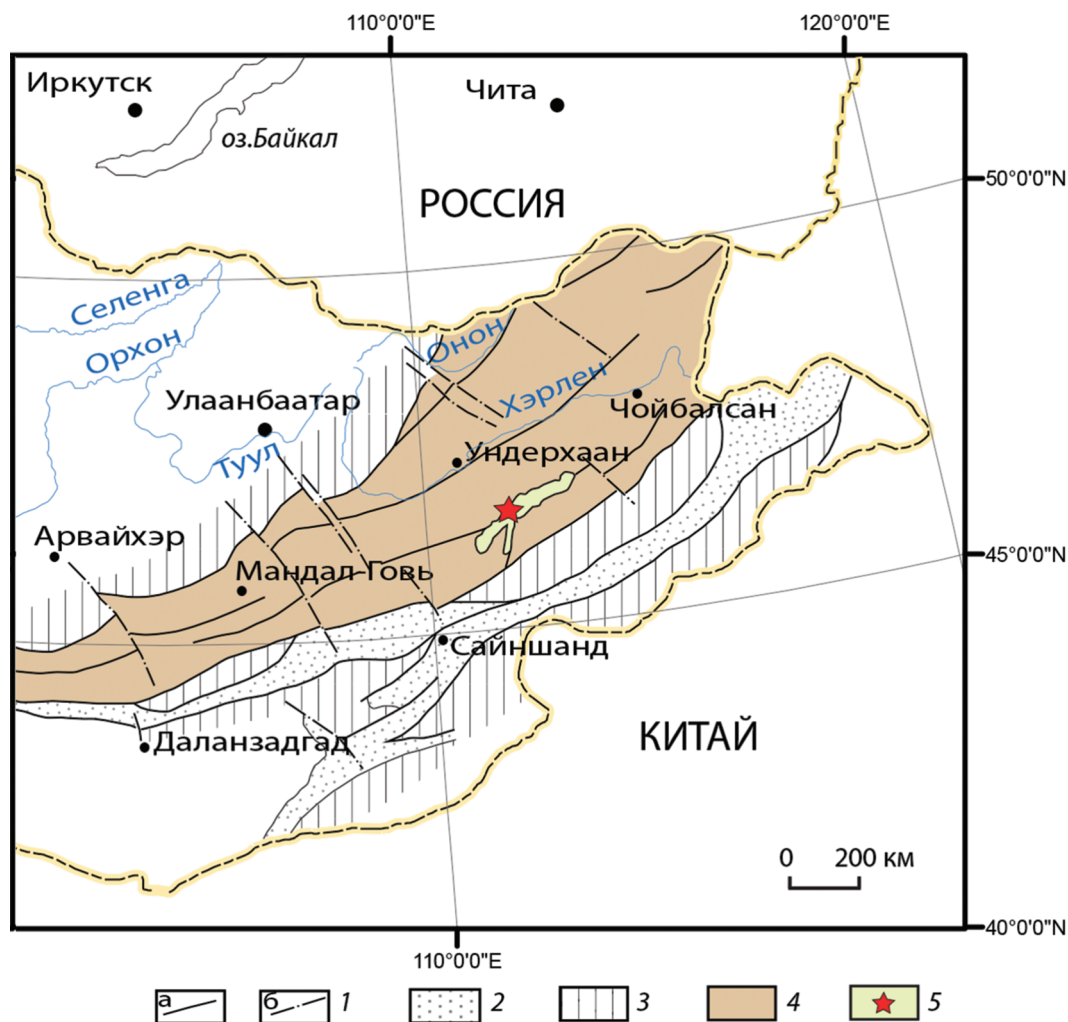


Рис. 1. Схема мезозойского Восточного Монголо-Сибирского рифтового пояса и позиция Ульзитинской депрессии (составлена по материалам И.Б. Филипповой, Р.А. Хасина, В.А. Добролюбова): 1 – разломы: а – осевые рифтовые, глубинные магмо- и флюидоподводящие, формирующие структурный план рифтового пояса, преимущественно северо-восточного простирания, б – поперечные сдвиги; 2 – рифтовые зоны интенсивного прогибания и терригенного осадконакопления; 3 – краевые и внутририфтовые горстовые поднятия; 4 – зона растяжения с преобладанием вулканогенной и вулканогенно-осадочной формаций; 5 – Ульзитинская меловая рифтогенная депрессия и район месторождения Ульзит, где изучены строение и состав осадочного чехла

тинской депрессии и сопредельных территорий отражены в [1, 7, 12] и в большей мере в отчётах 1960—1990 гг. по результатам геолого-съёмочных и специализированных на уран геолого-разведочных работах (С.А. Кондаков, Г.Б. Кочкин, Д.А. Самович, К. Зем и др.). Именно в этот период были получены первые данные о геологическом строении осадочного бассейна и кристаллического обрамления депрессии. Однако стратиграфическое расчленение и характеристика осадочных пород чехла базировались большей частью на поверхностном геологическом картировании, наблюдениях в единичных обнажениях, шурфах, канавах и скважинах глубиной 20—50 м.

Существенным вкладом в изучение Ульзитинского бассейна стали результаты специализированных поисковых буровых работ, проведенных в рамках совместного монгольско-американо-канадско-российского проекта «Гурван-Сайхан» в 1997—2012 гг. с целью выявления гидрогенных месторождений урана. При этом увеличилась глубина изучения осадочного разреза до 150—400 м, для анализа стал доступен керновый материал опорных картировочных скважин, а применение комплекса современной скважинной геофизической аппаратуры помогло сгустить плотность сети наблюдения за счёт большого объёма бескернового бурения [3, 4].

Используемые данные о строении и составе прибортовой части Ульзитинской депрессии получены авторами в процессе поисково-разведочных работ непосредственно на рудном поле эпигенетического уранового месторождения Ульзит. Именно в этой части осадочного бассейна проведена наиболее полноценная геологическая документация рудовмещающего разреза и его характеристик. Проанализированы разрезы по 27 скважинам с хорошим выходом керна (около 3000 погонных м (п.м) с сопоставительным анализом электрического и гамма-каротажа (около 25000 п.м.). На основе палинологических исследований образцов керна угленосной формации уточнены возрастные характеристики толщи.

Ниже приведены результаты анализа литогенетического состава, ритмостратиграфического расчленения, корреляции и фациальной зональности континентальных меловых отложений краевой части Ульзитинской депрессии.

Ульзитинская депрессия является полуграбеном внутриконтинентальной зоны рифтогенеза в системе субпараллельных дугообразных асимметричных грабенов и горстов Монголо-Забайкальского рифтового пояса северо-восточного простиранья [3, 5, 9, 10] (рис. 1). Прерывистое осадконакопление происходило в континентальной обстановке на фоне тектонической активизации горного кристаллического обрамления бассейна.

Стратиграфия. Осадочный чехол в депрессии сложен терригенными слабо литифицированными

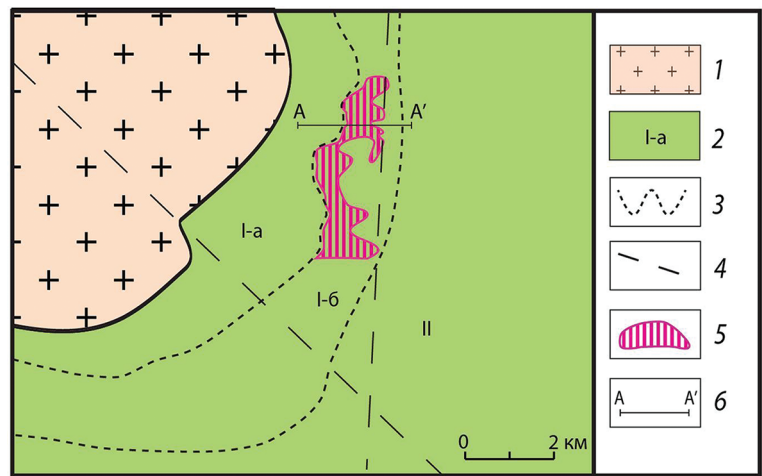
отложениями нижнего и верхнего мела. Мощность осадочных пород составляет несколько сотен метров, предположительно достигает 1000 м и более в осевой и южной прибортовой частях впадины. На площади Ульзитинского месторождения урана бурением вскрыты три толщи меловых отложений, залегающих несогласно на мезозойском гранитном фундаменте, которые отнесены соответственно снизу вверх к манлайской и хухтэгской свитам нижнего мела и баянширинской свите верхнего мела [3]. При изучении стратиграфии осадочного разреза Ульзита значительную помощь оказал эксперт Геологического института Академии Наук Монголии, доктор геол.-минер. наук [Ж. Бадамгарав]. При его поддержке в лаборатории Палеонтологического центра Академии Наук Монголии был выполнен споро-пыльцевой анализ нижнемеловых отложений.

В целом разрез меловых отложений имеет симметричное строение. Нижняя толща представляет прогрессивным (трансгрессивным) элементом. Среднюю толщу следует рассматривать в качестве нейтрального элемента разреза. Верхняя соответствует регрессивной части более крупного осадочного ритма. В каждой части имеется серия мега-ритмов, которые в свою очередь сложены седиментационными ритмами.

Верхняя толща K_2bs (верхний мел, баянширинская свита, сеноман-коньяк) сложена преимущественно аллювиально-пролювиальными пестроцветными, валунными и разногалечными конгломератами с прослоями красно- и пестроцветных песчаников и гравелитов. Обломки, как правило, округлы, реже угловато-округлые. Мощность свиты достигает 55 м. В её составе установлена пачка сероцветных озёрно-болотных и аллювиально-озёрных отложений мощностью от 2—3 до 12 м. В некоторых разрезах встречаются линзы колювиально-делювиальных конглобрекций. В единичных разрезах кроме округлых галек гранитных пород палеозоя отмечены окатанные гальки халцедонов из юрских эффузивов. Породы, слагающие баянширинскую свиту, выходят на дневную поверхность на западном фланге месторождения. В современном рельефе выходы грубообломочных пород этой свиты образуют террасу с дугообразным уступом радиусом около 4 км, оконтуривающим кристаллическое обрамление Ульзитской впадины [3]. Представляется, что эта терраса является конусом выноса и остаточной формой наземной дельты палеореки, унаследованное сухое русло которой проходит по северо-западной долине р. Олонгиин Гол (рис. 2).

Средняя толща, K_1ht (нижний мел, хухтэгская свита, апт-альб). В более ранних работах по стратиграфическому расчленению меловых образований данного региона эти отложения выделялись как верхняя подсвита дзунбаянской свиты нижнего мела K_1dz [7]. Толща сложена преимущественно сероцветными песчаниками и алевролитами со

Рис. 2. Литолого-фациальная схема участка гидрогенного уранового месторождения Ульзит: 1 — пенепленизированное гранитное обрамление; 2 — терригенные отложения мелового возраста и их литолого-фациальные типы: I — фангломератовый конус выноса (Ia — красноцветно-пестроцветный грубообломочный аллювиально-пролювиально-делювиальный, Ib — переходный пестроцветно-сероцветный пролювиально-делювиально-озёрно-болотный с маломощными прослоями бурых углей), II — сероцветный озёрно-болотный; 3 — литолого-фациальные границы; 4 — осевые линии основных разломов; 5 — контур уранового оруденения месторождения Ульзит; 6 — линия геоэлектрического разреза



слоями гравелитов, аргиллитов и углей озёрного происхождения и содержит прослои и линзы аллювиально-пролювиальных и пролювиальных конгломератов, в том числе отложения грязекаменных потоков. В её составе выделяется от трех до пяти седиментационных ритмов асимметричного строения. Общая мощность свиты 44—50 м.

Нижнюю часть ритмов составляют гравелиты и песчаники, верхнюю — песчаники, алевропесчаники, алевролиты и аргиллиты, содержащие от 1—2 до 10—12 прослоев бурого угля мощностью до 1 м. В этой части разреза встречаются углефицированные растительные остатки и детрит, примазки сажистого углистого вещества. Угли имеют преимущественно фюзеновые и редко клареновые ингредиенты и представлены сапропелитовыми разностями. Характерна мелкая и средняя симметрично-параллельная, реже смещенная волнистая слоистость.

При палинологическом анализе образцов углистых аргиллитов и алевролитов сделано около 70 определений спор и пыльцы. Из них примерно 35 % принадлежат спорам и 65 % — пыльце голосеменных. Среди спор преобладают *Cyathidites*, в составе которых доминируют *Cyathidites australis*, *Cyathidites minor*. Споры *Foveosporites* sp., *Foraminisporis asymmetricus* присутствуют в единичных случаях. В составе пыльцы голосеменных преобладают *Podocarpidites luteus*, *Protopinuspollenites* sp., *Variavesculites delicatus*, *Protopiceapollenites* sp., *Piceapollenites exiloides*, *Piceapollenites* sp., *Retimonosulcites* sp., *Protoconiferus funarius*. Полученные палинологические характеристики указывают на раннемеловой возраст хухтэгской свиты.

Нижнюю толщу K_{1np} (нижний мел, манлайская свита, валанжин) ранее относили к верхам цаганцабской свиты нижнего мела K_{1cc} [7]. В её составе преобладают коллювиально-делювиальные отложения с подчиненным распространением пролювиальных, аллювиально-пролювиальных и озёрных осадочных образований. Разрезы свиты полностью сложены пестроцветными грубообломочными породами с пластами первично красноцвет-

ных песчаников. Для пород характерен кальцитовый цемент. В разрезах отдельных скважин в верхней части манлайской свиты (на глубинах 125—180 м) установлена пачка сероцветных угленосных озёрных отложений. Полный разрез свиты не вскрыт, по наиболее глубокой скважине мощность свиты превышает 310 м.

Выделяются две ассоциации литогенетических типов меловых отложений — красноцветно-пестроцветные и сероцветные угленосные. Во всех разрезах широко распространены грубозернистые породы — конгломераты, конглобрекции, гравелиты и песчаники. В первой ассоциации преобладают песчаники и примерно в равной мере встречаются конгломераты и гравелиты, с одной стороны, и алевролиты и аргиллиты — с другой. Во второй ассоциации конгломераты и брекчии резко превалируют над песчаниками и гравелитами.

В пестроцветных грубообломочных толщах выделяется три комплекса флювиальных образований, представленных коллювиально-делювиальными, пролювиальными и аллювиально-пролювиальными образованиями (рис. 3).

Коллювиально-делювиальные отложения установлены по отсутствию сортировки обломочных зёрен, частому присутствию и в ряде случаев преобладанию остроугольных и угловато-округлых обломков гравийно-галечного размера, красноцветности песчаников. Отмечаются грубое напластование и неравномерное чередование конглобрекций, гравелитов с глыбами, песчаников с неравномерной примесью крупных и мелких остроугольных обломков.

Для пролювиальных отложений характерна грубая асимметричная ритмичность с мощностями от первых до 15—20 м. В основании ритмов с эрозийным контактом залегают гравелиты с угловато-округлыми обломками галечного размера, которые через переслаивание сменяются конгломератами разной структуры и преобладанием угловато-округлых форм. Верхнюю часть ритмов составляют разнозернистые песчаники с примесью обломков гравийного и галечного размеров.

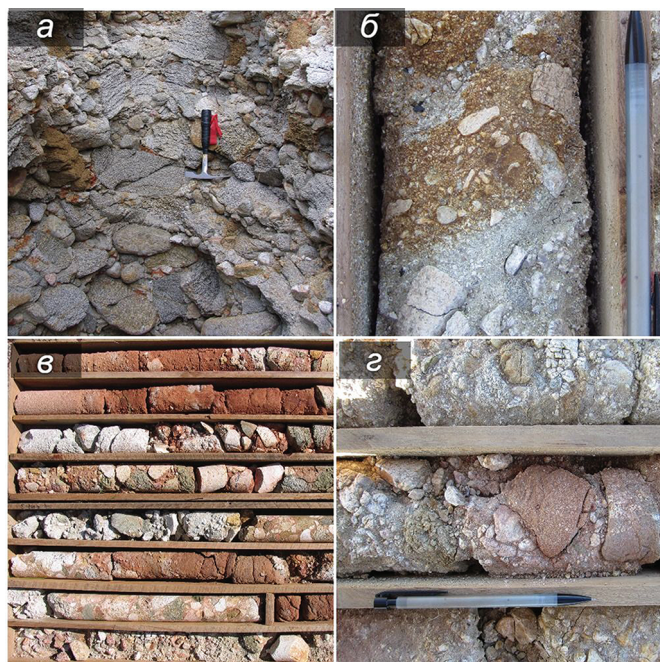


Рис. 3. Красноцветно-пестроцветные грубообломочные меловые отложения в обнажении и керне: *а* — обнажение валунных конгломератов баянширинской свиты в промоине вблизи обрамления Ульзитинской депрессии; *б* — штриховая слоистость в осветлённом и лимонитизированном несортированном галечно-гравийном крупнозернистом песчанике (отложения грязекаменного потока) хухтэгской свиты, глубина 58 м; *в* — пестро-цветно-красноцветные грубообломочные отложения (песчаники, гравелиты, конгломераты, брекчии) манлайской свиты, глубина 270 м; *з* — катуны первично красноцветных песчаников в отложениях грязекаменных потоков манлайской свиты, глубина 85 м

К аллювиально-пролювиальным отложениям отнесены конгломераты и гравелиты, отличающиеся преобладанием округлых галек и валунов и относительно заметной сортировкой. Для них также типичны прослои средне- и крупнозернистых песчаников с мелкой горизонтальной слоистостью. Иногда читается мелкая перекрестная косая слоистость и встречаются слойки с минералами тяжелой фракции.

Во всех флювиальных отложениях состав гравийного и галечного материала представлен главным образом гранитами и гнейсами, отмечаются пегматиты, иногда кварц и обломки амфиболитов. Песчаники — аркозовые.

Угленосные ассоциации сложены озёрно-болотными сероцветными алевролитами, алевропесчаниками и аргиллитами, содержащими углефицированные растительные остатки и детрит, мало-мощные прослои бурых углей (от нескольких сантиметров до нескольких дециметров) (рис. 4). Для озёрно-болотных отложений типично комковатое строение с характерной мелкой и средней параллельной и смещенной волнистой слоистостью. Они переслаиваются с песчаниками и гравелитами с мелкой косоволнистой и горизонтальной слоистостью, отнесенными к аллювиально-озёрным отложениям. В сероцветных угленосных ассоциациях также встречаются линзы пролювиальных и колювиально-склоновых отложений. Отложения этой литогенетической ассоциации обладают отчётли-

вой тенденцией к увеличению присутствия в разрезе по направлению к осевой части депрессии и фациально-контрастно замещают пестроцветные отложения прибортовой части. В разрезе характерно частое ритмичное чередование разных литогенетических типов, что также свидетельствует об их резких фациальных переходах.

Рассмотренные литогенетические ассоциации соответствуют фэновым подгорно-веерному, пролювиально-плосколопастному и пролювиально-фэновому болотному комплексам юрских отложений, выделенным в рифтогенных впадинах западной Монголии [8].

Корреляция и фациальные изменения меловых отложений наиболее достоверно устанавливаются по анализу данных по керну скважин.

В пределах изучаемой площади проведена корреляция разрезов рудовмещающей толщи с сопоставлением документации керна, электро- и гамма-каротажа в керновых и бескерновых скважинах (рис. 5). Каротаж сопротивлений (КС) использовался, как основной вид электрического каротажа и наряду с интегральным гамма-каротажем выполнен во всех скважинах. Основные типы пород рассматриваемой меловой толщи существенно различаются по электрическому сопротивлению (таблица). Средние значения этого параметра хорошо соответствуют теоретической тенденции роста сопротивления по мере увеличения размеров обломочного материала. Это позволяет уверенно применять данные КС для расчленения и корреляции разрезов.



Рис. 4. Сероцветные угленосные меловые отложения в керне: *а* — сероцветные угленосные отложения хухтэгской свиты, глубина 80 м; *б* — комковатая текстура с углистым детритом в озерных мелкозернистых песчаниках баянширинской свиты, глубина 14 м; *в* — нарушение горизонтальной слоистости в мелкозернистом сероцветном песчанике хухтэгской свиты, глубина 98 м; *з* — текстура взмучивания с катуном алевролита в основании угольного ритма хухтэгской свиты, глубина 60 м

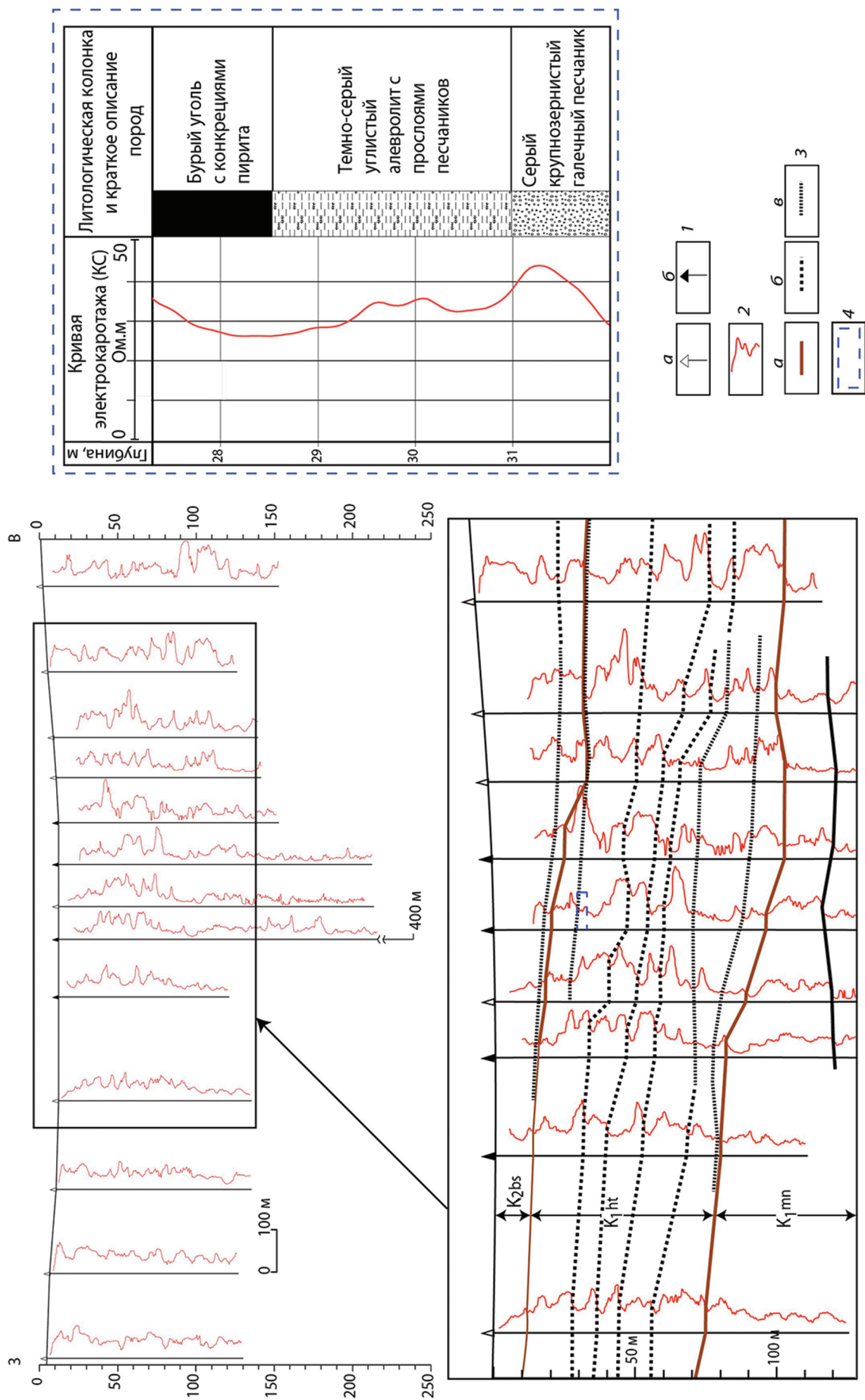


Рис. 5. Геоэлектрический разрез по широтному профилю А-А' с примером выделения маркирующих горизонтов по керну и электрокаротажу (КС) в скважинах: 1 – скважины (а – бескерновые, б – с керном); 2 – диаграммы электрокаротажа (КС); 3 – маркирующие границы и горизонты (а – свит, б – седиментационных ритмов, в – буротолковых простроев); 4 – пример типичного седиментационного ритма угленосных меловых отложений

Средние электрические сопротивления меловой осадочной толщи на площади месторождения Ульзит

Литологическая характеристика	, Ом · м
Гравелиты и конгломераты	65
Песчаники с галькой	58
Песчаники	30
Песчаники с карбонатным цементом	45
Алевропесчаники	23
Алевриты	21
Уголь	22

Установлено, что верхние части угленосных седиментационных ритмов имеют маркирующее значение и уверенно прослеживаются как по изучению разрезов по керну, так и в диаграммах электро- и гамма-каротажа. Также достаточно чётко сопоставляются основания седиментационных мегаритмов по пластам и линзам грубообломочных пород, залегающих в основании баянширинской и хухтэгской свит. Такие границы представляются маркирующими сериями сплошных эрозионных поверхностей (рис. 5).

На стратиграфическом уровне манлайской свиты отчётливо выражено замещение с запада на восток коллювиально-делювиальных отложений на озёрно-болотных (рис. 2). Анализ каротажных диаграмм по бескерновым скважинам позволяет говорить о наличии пестроцветных грубообломочных разрезов на западном фланге площади. Разрезы, которые по данным каротажа сложены угленосными мелкообломочными озёрными отложениями, занимают центральную часть площади.

На стратиграфическом уровне хухтэгской свиты отмечается относительная фациальная однородность. Однако и здесь имеет место фациальное замещение озёрно-болотных отложений на коллювиально-делювиальные. Далее на восток появляются разрезы, в которых примерно в равной мере имеются коллювиально-делювиальные и озёрные отложения. Еще восточнее расположены разрезы, которые сложены исключительно озёрными отло-

жениями (рис. 2). Важно подчеркнуть, что линзы аллювиально-озёрных песчаников и гравелитов, входящие внутри хухтэгской свиты, более широко распространены на севере площади и выклиниваются на юг. Такие изменения следует связать с общим развитием палеодолинных отложений в меридиональном направлении и привносе обломочного материала не только с запада, но и с севера.

На стратиграфическом уровне баянширинской свиты фациальные изменения близки хухтэгским. Здесь аллювиально-пролювиальные отложения целиком слагают разрезы западного фланга месторождения. На восток в песчано-конгломератовой толще установлены угленосные отложения. Для этого уровня надо отметить и появление аллювиально-пролювиальных разрезов на юго-востоке площади, что можно связать с наличием палеоподнятия, осложняющего прибортовую часть депрессии. Простирание этого конседиментационного поднятия было субмеридиональным, на что указывают распространение грубообломочные отложения, отмеченных выше.

Таким образом, в центральной части площади месторождения Ульзит картируется мелководный озёрно-болотный палеобассейн мелового возраста. Он сложен типичной угленосной формацией с аллювиально-фэновыми (аллювиально-пролювиальными) веерами и конусом выноса в периферийной части. Литолого-фациальные взаимоотношения весьма контрастны и свидетельствуют о ритмичном режиме осадконакопления в краевой части мелководного озёрно-болотного бассейна на фоне многостадийных поднятий обрамления. Установлены маркирующие горизонты, интерпретируемые по опорным скважинам с керном и геоэлектрическим характеристикам (КС) в бескерновых, что ускоряет и удешевляет корреляцию разрезов осадочной толщи и дает возможность создания корректной геологической основы для поисков месторождений полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

- Бадамгарав Ж. Стратиграфия и состав мезозойских вулканогенных и осадочных образований района горы Галшарын-Ула (Восточная Монголия) // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1980. № 6. С. 63–72.
- Геология Монгольской Народной Республики. Том. 1. Стратиграфия /Под ред. Н.А. Маринова, Л.П. Зоненштайна, В.А. Благодирова. М.: Недра, 1973. С. 564–580.
- Гречухин М.Н., Игнатов П.А. Новое гидрогенное месторождение урана Ульзит в Монголии // Известия вузов. Геология и разведка. 2014. № 4. С. 27–33.
- Гречухин М.Н., Дойникова О.А., Игнатов П.А., Рассулов В.А. Условия локализации и минеральный состав гидрогенного уранового месторождения Ульзит, Монголия // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58. № 3. С. 251–266.
- Добролюбов В.А., Филиппова И.Б. Структура, вещественный состав и флюоритовосность северо-западной части Восточного Монголо-Забайкальского рифтового пояса (На примере Северо-Керуленского района), Геология и полезные ископаемые Монгольской Народной Республики // Труды МГЭ. Выпуск III. М.: Недра, 1990. С. 108–123.
- Ерофеев В.С., Цеховский Ю.Г. Парагенетические ассоциации континентальных отложений. М.: Наука, 1982. 211 с.
- Мартинсон Г.Г., Шувалов В.Ф. Стратиграфическое расчленение верхней юры и нижнего мела юго-восточной Монголии // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1973. № 10. С. 139–143.
- Полянский Б.В., Бадамгарав Ж. Фэновые комплексы юрских континентальных бассейнов западной Монголии // Литология и полезные ископаемые. 1992. № 5. С. 133–139.
- Тектоническая карта Монголии, м-б 1:1000000 / Под ред. О. Тумуртоо. Академия наук Монголии. Агентство минеральных ресурсов Монголии. 2002.
- Хасин Р.Р., Суетенко О.Д., Филиппова И.Б. Геодинамические обстановки палеозоя Восточной Монголии // Геология и полезные ископаемые Монгольской народной республики. М.: Недра. 1980. С. 20–34.
- Хосбаяр П., Содов Ж. Нижнемеловая флора Ульзитской впадины в Восточной Монголии // Проблемы геологии Монголии. 1987. № 7. С. 66–70. (Улан-Батор).
- Makoto Ito, Masaki Matsukawa, Takahiro Saito, Douglas J. Nichols. Facies architecture and paleohydrology of a synrift succession in the Early Cretaceous Choyr Basin, southeastern Mongolia // Cretaceous Research. 2006. V. 26. P. 226–240.