

В.П. Алексеев, Е.Б. Печинина, В.В. Никоян, С.М. Рефат

УНИКАЛЬНАЯ СХОЖЕСТЬ ДВУХ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ УЛУГХЕМСКОГО И ЮЖНО-ЯКУТСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

Исходные положения (общая постановка вопроса)

Сравнение как познавательная операция является основой суждений о сходстве и (или) различии объектов [7], лежит в основе любых геологических работ, в том числе и при изучении угленосных отложений. Однако чаще всего сравниваются какие-то обобщающие параметры, обычно характеризующие усредненные показатели состава, строения, угленосности и ряда других признаков исследуемых объектов (бассейнов, районов, месторождений). Работы, содержащие *целевое* сравнение различных угленосных толщ, по-прежнему редки: во многом это объясняется тем, что для таких заключений нужно иметь *однородный* исходный материал. Последнее же можно обеспечить лишь посредством личного знакомства с объектами, естественно, в максимально большем объеме. Именно такую возможность получила угольная группа СГИ – УГГА в результате многолетнего изучения центральной части Южно-Якутского и южной – Улугхемского (Респ. Тыва) каменноугольных бассейнов (соответственно ЮЯКБ и УКБ).

Ранее одним из авторов данной статьи в тезисном виде намечены контуры предлагаемого к рассмотрению вопроса [1]. Получение новых сведений обобщающего характера [5], а также общее поступательное развитие угольной геологии дают нам основание остановиться на нем подробнее.

Геологическая позиция и строение объектов исследования

Рассматриваемые угольные бассейны, особенно ЮЯКБ, достаточно известны. Отметим, что их геологическая позиция существенно различна. Фундамент УКБ, расположенного в пределах Тувинского межгорного прогиба, характеризуется сочленением каледонских и салаирских разноориентированных складчатых систем. Широко ориентированная цепочка впадин, составляющих ЮЯКБ, имеет в основании архейский фундамент Алданского щита, в зоне его сочленения с архейскими же образованиями Джугджуро-Становой складчатой области. Такое различие, в частности, определило отнесение данных объектов во *всех* классификациях угленосных формаций или угольных бассейнов к *разным* типам, несмотря на используемую (часто весьма различную) геотектоническую основу для их построения.

Сводные колонки угленосных толщ обоих бассейнов приведены на рис. 1. Важным для последующего изложения материала является почти полная *одновозрастность* угленосных отложений изучаемых объектов, принадлежащих к раннемезозойской эпохе торфоугленакопления (не рассматриваемая в статье верхняя часть толщи ЮЯКБ принадлежит уже к верхнемезозойской эпохе). Узкий стратиграфический диапазон исследуемых интервалов разреза (верхи средней – низы верхней юры) позволяет как бы “снять” проблемы эволюции геологических процессов *s.lato*, что полностью удовлетворяет очень важному условию: “сравнение имеет смысл только в совокупности “однородных” предметов, образующих класс” [7].

Детальное описание полных разрезов УКБ (1500 м) и Алдано-Чульманского района ЮЯКБ (3500 м) позволило авторам уже в ходе полевых исследований выявить удивительное сходство отложений, слагающих нижние части эрбекской и кабактинской свит (см. рис. 1), в последующем нашедшее подтверждение в результате разноплановой обработки исходных сведений.

Литолого-фациальный и вещественный состав отложений

В своих исследованиях мы базировались на изучении керна скважин методом *литолого-фациального* анализа, разработанного Ю.А. Жемчужниковым, Л.Н. Ботвинкиной и др. Определяя генезис отложений уже при документации (правомерность чего, кстати, до настоящего времени оспаривается многими литологами), мы не могли не обратить внимание на удивительную схожесть облика пород, слагающих горизонты, указанные на рис. 1. Впоследствии это нашло подтверждение и при изучении вещественного состава пород и углей. Обширный комплекс фактических данных содержится в ряде отчетов и заключается в сотнях колонок изученных скважин, десятках разрезов, тысячах различных анализов и пр. Не имея возможность воспроизвести их даже в небольшой мере, ограничимся некоторыми примерами как частного, так и общего вида.

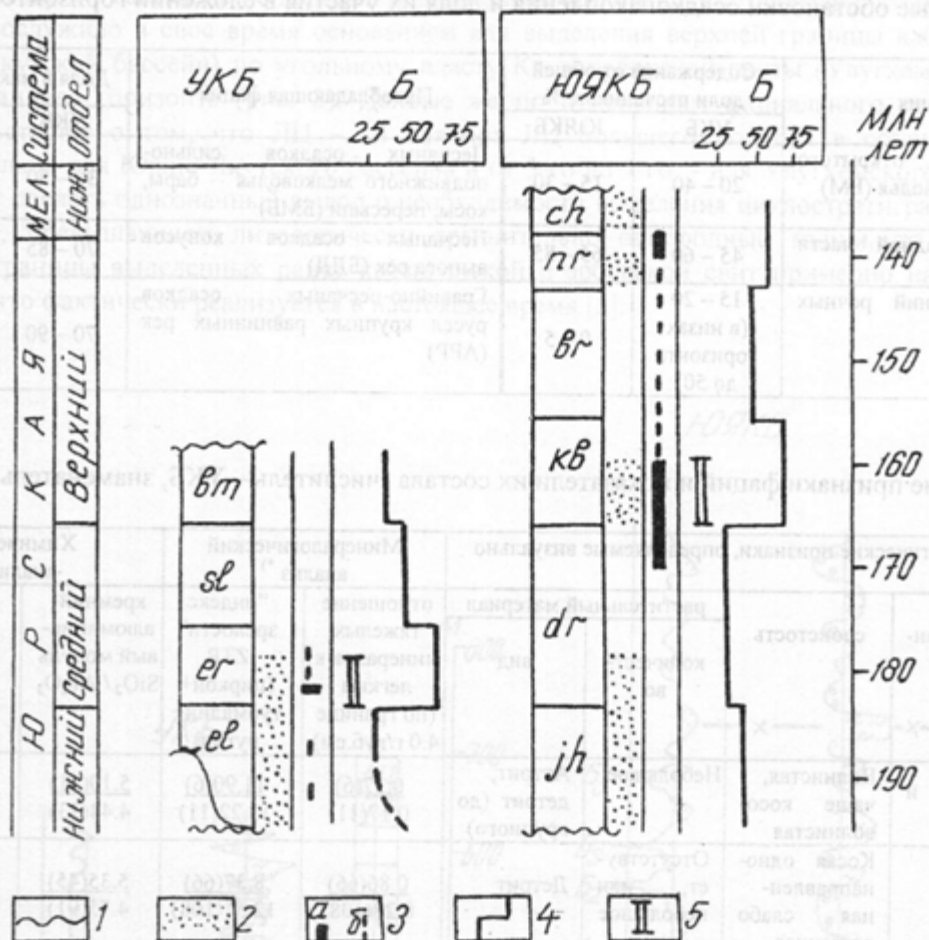


Рис. 1. Сводные колонки строения Улугхемского (УКБ) и Южно-Якутского (ЮЯКБ) каменноугольных бассейнов (для ЮЯКБ на примере Алдано-Чульманского района):

1 – возрастные границы угленосных толщ; 2 – интервалы с преобладанием песчаных и более грубозернистых в основании толщ пород; 3 – промышленная угленосность: а – установленная, б – предполагаемая; 4 – график скорости осадконакопления; 5 – изучаемые горизонты

Свиты на колонках (в скобках мощность, м): УКБ - еl – элегестская (100 – 300), er – эрбекская (300 – 585), sl – салдамская (около 750), bt – бомская (320); ЮЯКБ – jh – юхтинская (ок. 400), dr – дурайская (480 – 585), kb – кабактинская (760), br – беркакитская (более 600), nr – нерюнгринская (380), ch – холодниканская (более 315)

Доля *песчаных* пород в общем их спектре составляет для обоих горизонтов 70 – 85 % при принятии размерности песчаной фракции от 0.1 до 1.0 мм (десятичная шкала) и достигает 80 – 92 по шкале Ф (0.06 – 2.0 мм). Остальная часть принадлежит алевrolитам, аргиллитам и углям. В свою очередь, песчаники характеризуются в основном мелко- и среднезернистой (0.1 – 0.5 мм) структурой.

Принципы диагностики *фациального* состава отложений именно на примере одного из бассейнов (УКБ) нами разобраны в одном из предыдущих выпусков журнала [4]. Применительно к рассматриваемым горизонтам остановимся на следующих аспектах.

1. Песчаники преимущественно имеют мелководно-бассейновый, подводно-дельтовый и аллювиальный (русловый) генезис. Преобладают при этом обстановки, сжато охарактеризованные в табл. 1.

Как видно из приведенных данных, фациальный состав изученных горизонтов удивительно сходен, отличаясь большей долей подводно-дельтовых песчаников в ЮЯКБ; аллювиальных и отчасти мелководно-бассейновых – в УКБ. Отложения другого генезиса суммарно не превышают 2 – 5 % и встречаются достаточно хаотично.

Для того, чтобы еще раз обратить внимание на *объективность* процедуры определения генезиса, приведем в табл. 2 некоторые визуальные и вещественные характеристики для одинаковых по размеру частиц мелко-среднезернистых песчаников по фациям, указанным в табл. 1.

Основные обстановки осадконакопления и доля их участия в сложении горизонтов

Макрофашия	Содержание от общей доли песчаников, %		Преобладающая фашия	Доля в макрофашии, %	
	УКБ	ЮЯКБ		УКБ	ЮЯКБ
Отложенный открытого подвижного мелководья (БМ)	20 – 40	15 – 30	Песчаных осадков сильно-подвижного мелководья – бары, косы, пересыпи (БМБ)	30 – 50	45 – 65
Отложенный подводной части дельты (БД)	45 – 60	65 – 85	Песчаных осадков конусов выноса рек (БДД)	70 – 85	75 – 90
Русловых отложений речных долин (АР)	15 – 20 (в низах горизонта до 50)	0 – 5	Гравийно-песчаных осадков русел крупных равнинных рек (АРР)	70 – 90	80 – 95

Таблица 2

Диагностические признаки фаций и показатели их состава (числитель – УКБ, знаменатель – ЮЯКБ)

Фашия (см. табл. 1)	Диагностические признаки, определяемые визуально				Минералогический анализ *)		Химический анализ *)	
	сортированность	слоистость	растительный материал		отношение тяжелых минералов к легким (по границе 4.0 г/куб.см)	“индекс зрелости” ZTR (циркон+турмалин+рутил)	кремний-алюминиевый модуль SiO ₂ /Al ₂ O ₃	натрий-алюминиевый модуль Na ₂ O/Al ₂ O ₃
			количество	вид				
БМБ	Хорошая и средняя	Волнистая, чаще косо-волнистая	Небольшое	Атрит, детрит (до крупного)	$\frac{0.37(6)}{0.17(11)}$	$\frac{11.90(6)}{13.22(11)}$	$\frac{5.10(11)}{4.44(13)}$	$\frac{0.19(11)}{0.22(13)}$
БДД	Средняя	Косая однонаправленная слабо срезанная	Отсутствует, или небольшое	Детрит	$\frac{0.86(66)}{0.28(108)}$	$\frac{8.37(66)}{12.51(108)}$	$\frac{5.35(45)}{4.75(91)}$	$\frac{0.23(45)}{0.25(91)}$
АРР	Средняя и плохая	Косая одно- и разнонаправленная, слабо и сильно срезанная	Различное – от отсутствия до значительного	Крупный детрит, до фрагментов древесины	$\frac{3.74(2)}{8.31(9)}$	$\frac{4.47(2)}{10.95(9)}$	$\frac{5.42(4)}{5.40(5)}$	$\frac{0.28(4)}{0.28(5)}$

*) В скобках – количество анализов.

Не останавливаясь на характеристике показателей вещественного состава как таковых, отметим, что их *изменения* прямо соответствуют представлениям, заложенным в определении фаций. Это заключается в том, что по мере ослабления гидродинамики и соответственно усиления проработки материала *закономерно* изменяются *все* показатели, характеризующие:

- повышение отношения тяжелых минералов к легким и увеличение кремний-алюминиевого модуля – увеличение гидродинамики среды;
- увеличение значений “индекса зрелости” и понижение “перевернутого показателя зрелости” (Na₂O/Al₂O₃) – повышение степени переработки материала.

Закономерности в строении толщ (цикличность)

Данный вопрос на примере отложений УКБ нами рассмотрен в статье, помещенной в предыдущем выпуске журнала [2]. Изложенное в ней *полностью* распространяется и на ЮЯКБ. Поэтому приведем только обобщающие сведения о строении горизонтов, показанные на рис. 2. Основой для корреляции отложений служат литоциклы II порядка (ЛЦ – II), при мощности 25 – 40 м, уверенно прослеживающиеся на расстоянии до 5 – 10 км. В частности, это обеспечивает надежную увязку и синонимичку угольных пластов, имеющих рабочую мощность. Еще более уверенно прослеживаются литоциклы III порядка (ЛЦ – III) мощностью 80 – 130 (в среднем около 100) метров. Направленностью смены состава ЛЦ – III формируется цикличность IV порядка (ЛЦ – IV), имеющая важное практическое значение для стратификации терригенных толщ, в условиях отсутствия или нечеткого выделения биостратиграфических комплексов. Исследуемые горизонты служат тому

ярким примером. Так, наличие довольно однородных сравнительно грубозернистых песчаных частей разреза послужило в свое время основанием для выделения верхней границы кабактинской свиты (Южно-Якутский бассейн) по угольному пласту K_{17} и эрбекской свиты (Улугхемский бассейн) по кровле данного горизонта (рис. 2). Данные же по изменениям фациального состава однозначно свидетельствуют о том, что ЛЦ – III слагают ЛЦ большего порядка в объеме: от K_1 до B_2 включительно для Южно-Якутского бассейна и от 3-го до 7-го - для Улугхемского (см. рис. 2). Это позволяет сделать однозначный вывод о необходимости выделения циклостратиграфических единиц в объеме, превышающем литологически сравнительно однородные толщи, то есть "сдвинуть" верхние границы выделенных ранее кабактинской и эрбекской свит примерно на 200 м вверх по разрезу, что фактически реализуется в настоящее время [5].

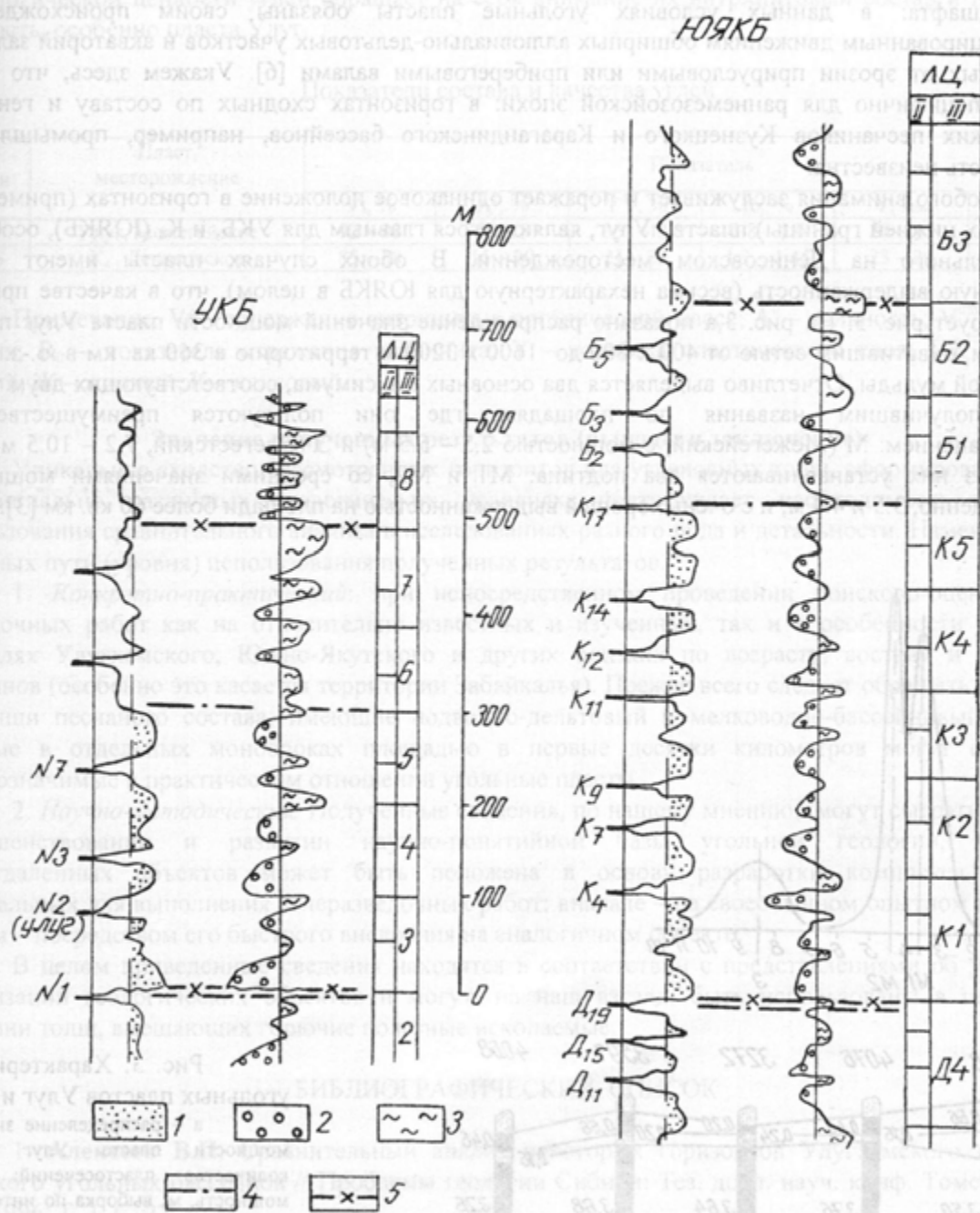


Рис. 2. Схематические разрезы горизонтов, показанных на рис. 1. Слева направо: индексы рабочих пластов, гранулометрическая кривая, фациальный состав, литоциклы (ЛЦ):

1 – песчаный состав отложений; 2 – аллювиально-дельтовый и 3 – мелководно-бассейновый генезис осадков; 4 – границы свит, выделяемых ранее по преобладающему песчаному составу; 5 – границы свит, выделяемые с циклостратиграфических позиций

Дополнительно подчеркнем специфический характер осадконакопления для рассматриваемых горизонтов с позиций повышенных скоростей осадконакопления (см. рис. 1). Тем самым находит подтверждение широкое развитие здесь именно подводно-дельтовых песчаников (см. табл. 1), присущих первому уровню лавинной седиментации (по А.П. Лисицыну).

Угленосность и угольные пласты Улуг и К₄

Изученные горизонты характеризуются наличием промышленной угленосности (см. рис. 1, 2), проявленной в виде довольно равномерно распределенных по разрезу тонких (0.7 – 1.3) и средних по мощности (1.3 – 3.5 м) пластов. В УКБ их насчитывается до 10, в ЮЯКБ – до 17. Сам факт наличия таких, относительно выдержанных пластов уже находится в определенном противоречии с общим правилом, определяющим снижение угленосности при повышении доли участия в разрезе более грубозернистых отложений. Его объяснение кроется в специфике аллювиально-дельтового палеоландшафта: в данных условиях угольные пласты обязаны своим происхождением дифференцированным движениям обширных аллювиально-дельтовых участков и акваторий заливов, защищенных от эрозии прирусловыми или прибереговыми валами [6]. Укажем здесь, что такое явление специфично для раннемезозойской эпохи: в горизонтах сходных по составу и генезису палеозойских песчаников Кузнецкого и Карагандинского бассейнов, например, промышленная угленосность неизвестна.

Особого внимания заслуживает и поражает одинаковое положение в горизонтах (примерно в 100 м от их нижней границы) пласта Улуг, являющегося главным для УКБ, и К₄ (ЮЯКБ), особенно примечательного на Денисовском месторождении. В обоих случаях пласты имеют почти совершенную выдержанность (весьма нехарактерную для ЮЯКБ в целом), что в качестве примера иллюстрирует рис. 3. На рис. 3,а показано распределение значений мощности пласта Улуг по 256 скважинам, охватившим сеть от 400 x 800 до 1600 x 3200 м территорию в 360 кв. км в ю.-з. части Кызыльской мульды. Отчетливо выделяется два основных максимума, соответствующих двум типам пласта, получившим названия по площадям, где они пользуются преимущественным распространением: М (Межегейский, с мощностью 2.5 – 5.5 м) и Э (Элегестский, 7.2 – 10.5 м). Для первого из них устанавливаются два подтипа: М1 и М2, со средними значениями мощности, соответственно, 3.5 и 4.4 м, и с очень хорошей выдержанностью на площади более 60 кв. км [3].

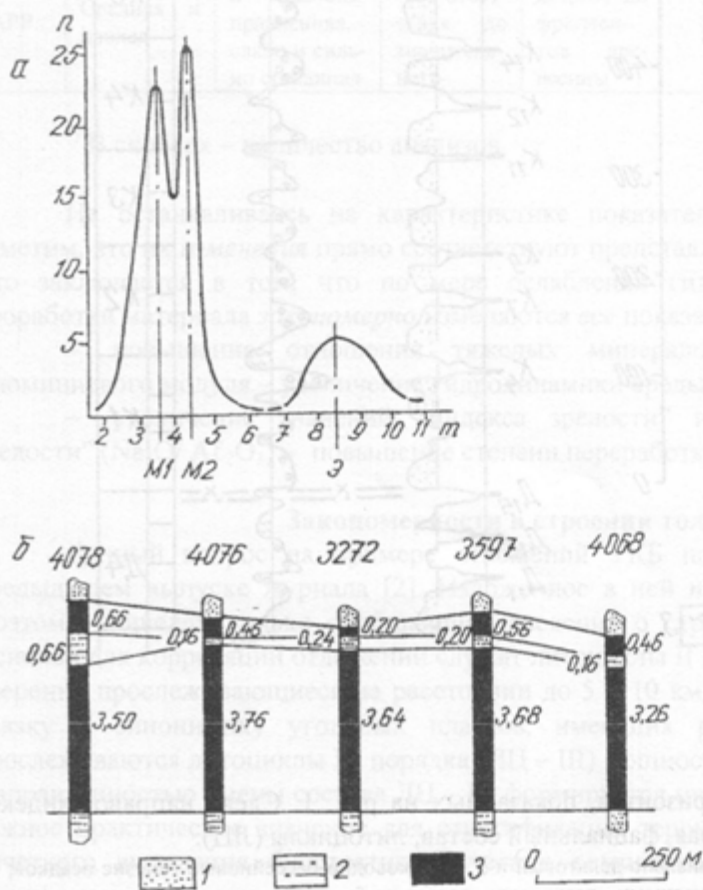


Рис. 3. Характеристика угольных пластов Улуг и К₄:

а – распределение значений мощности пласта Улуг (n – количество пластосечений; m – мощность, м; выборка по интервалам значений мощности 0.25 м);

б – колонки строения пласта К₄ по линии скважин (номера сверху) на Денисовском месторождении [5]: 1 – песчаник, 2 – алевролит, аргиллит, 3 – уголь

На рис. 3,б приведен фрагмент поплачечной увязки пласта K_4 на Денисовском месторождении, где на площади около 13 кв. км он характеризуется очень хорошей выдержанностью при мощности 3.5 – 5 м. Такой детальной обработки, как по пласту Улуг, здесь не проводилось, но и без нее поражает сходство в параметрах, характеризующих указанные пласты.

Заслуживает пристального внимания и следующий факт. Указанный выше элегестский тип пласта Улуг со средней мощностью 8.5 м на площади УКБ сменяет межегейский в западном направлении на расстоянии около 15 км. И также к западу от Денисовского месторождения (правда, уже примерно в 150 км) пласт K_4 относится к разряду мощных, будучи относительно выдержанным и имея на Сыллахском месторождении среднюю мощность около 8 м. Такие совпадения, скорее всего, неслучайны и требуют дальнейшего изучения и осмысления.

За рамки представляемой статьи выходит оценка качества углей. Поэтому ограничимся краткой информацией по данному аспекту, приведенной в табл. 3. При общей высокой технологической ценности углей обращает на себя внимание их витринитовый состав и невысокая зольность, особенно пласта Улуг.

Таблица 3

Показатели состава и качества углей

Бассейн	Пласт, месторождение	Показатель					
		Vt, %	A ^d , %	V ^{daf} , %	R ₀ , %	Y, мм	Марка
УКБ	Улуг, Межегейское	92–98	5–15	35–42	0.8–1.0	26–47	ГЖ–Ж
ЮЯКБ	K_4 , Денисовское	85–88	15–20	21–23	1.3–1.45	23–29	К

Примечание. Vt – содержание витринита в органической массе; A^d – зольность; V^{daf} – выход летучих; R₀ – показатель отражения витринита; Y – толщина пластического слоя; ГЖ – газожирный; Ж – жирный; К – коксовый.

Значение полученных результатов (выводы и заключение)

Уникальное сходство рассмотренных горизонтов для угленосных толщ, сформировавшихся в принципиально различных геологических условиях, подтверждает необходимость широкого использования сравнительного анализа в исследованиях разного рода и детальности. Намечается два основных пути (уровня) использования полученных результатов.

1. *Конкретно-практический.* при непосредственном проведении поисково-оценочных и разведочных работ как на относительно известных и изученных, так и в особенности на новых площадях Улугхемского, Южно-Якутского и других близких по возрасту, составу и строению бассейнов (особенно это касается территории Забайкалья). Прежде всего следует обращать внимание на толщи песчаного состава, имеющие подводно-дельтовый и мелководно-бассейновый генезис, которые в отдельных моноблоках площадью в первые десятки километров могут содержать высокозначимые в практическом отношении угольные пласты.

2. *Научно-методический.* Полученные сведения, по нашему мнению, могут сыграть роль при совершенствовании и развитии научно-понятийной базы угольной геологии. Схожесть разноудаленных объектов может быть положена в основу разработки комплекса методов, оптимальных для выполнения углеразведочных работ: вначале – на своеобразном опытном полигоне, а затем – посредством его быстрого внедрения на аналогичном объекте.

В целом приведенные сведения находятся в соответствии с представлениями об уровне организации геологических объектов и могут, на наш взгляд, быть использованы в целом при изучении толщ, вмещающих горючие полезные ископаемые.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В.П. Сравнительный анализ некоторых горизонтов Улугхемского и Южно-Якутского угольных бассейнов // Проблемы геологии Сибири: Тез. докл. науч. конф. Томск: Изд-во ТГУ, 1996. Т. 1. С. 22.
2. Алексеев В.П., Печинина Е.Б., Рефат С.М., Никоян В.В. Цикличность в строении толщи Улугхемского каменноугольного бассейна // Изв. УГГА. Сер.: Геология и геофизика. 2001. № 13. С. 59–62.
3. Печинина Е.Б., Алексеев В.П., Шибанов В.И. Строение и корреляция пласта Улуг Улугхемского каменноугольного бассейна // Науч.-техн. инф. сб. ВИЭМС. М.: 1990. Вып. 6. С. 3-8.

4. Сушанек (Печинина) Е.Б., Алексеев В.П. Литолого-фациальный состав угленосных отложений Улугхемского бассейна // Изв. УГГА. Сер.: Геология и геофизика. 1998. Вып. 8. С. 112–116.
5. Угольная база России. Том V. Книга 2. М.: ЗАО “Геоинформмарк”, 1999. 638 с.
6. Угольные пласты триас-юрских отложений азиатской части СНГ. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1993. Препринт. 80 с.
7. Философский энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл. 1983. 840 с.

УДК 553.43:622.142.1(470.5)

Ю.К. Панов

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ОПРОБОВАНИЯ КЕРНОВ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

В настоящее время в связи с отсутствием достаточных ассигнований на проведение исследовательских работ по опробованию месторождений представляет большой практический и теоретический интерес использование результатов ранее проведенного экспериментального опробования месторождений твердых полезных ископаемых. Эта задача может быть решена посредством метрологического аудита ретроспективной информации по опробованию.

При проведении подобного рода метрологического аудита прежде всего следует обращать внимание на его целевое, конкретное назначение, качество аудируемой информации, достоинства и недостатки применяемых методов её графической и статистической обработки.

Нами в качестве первого опыта проведён метрологический аудит ретроспективной информации по механическому опробованию кернов разведочных скважин [1]. Предпочтение этой информации отдано по трем причинам: 1) автор настоящей статьи лично участвовал в проведении всех экспериментальных работ и в систематической обработке результатов исследований в качестве исполнителя хоздоговорных работ; 2) из всей ретроспективной информации по экспериментальному опробованию (работы Н.В. Барышева, Е.П. Зайцева и других) выбранная информация более всего соответствует представлению проб как замеров, поскольку пробы отличаются постоянством геометрической базы, они отобраны не вручную, а механизированным способом; 3) имеются химические анализы на содержания компонентов, по которым возможно построить корреляционные поля и провести их исследования методом метрологических карт.

Для обоснования представительности бороздового метода опробования кернов скважин колонкового бурения на месторождениях чёрных и цветных металлов проведены экспериментальные работы. Суть этих работ состояла в параллельном опробовании кернов двумя способами и в сравнении результатов химических анализов сопряжённых проб методами математической статистики. Первый способ, включающий раскалывание кернов на керноколе с последующим измельчением и сокращением половины керна до получения конечной массы лабораторной пробы, именовался способом ГРП (геологоразведочной партии); второй способ, состоящий в выбирании методом фрезерования на боковой поверхности керна продольной борозды постоянного поперечного сечения, именовался способом СГИ (Свердловского горного института). В зависимости от физико-механических свойств опробуемых руд глубина борозды варьировала от 1 до 14 мм, ширина от 3,5 до 14 мм. Для удобства математической записи пробы ГРП обозначались символом U (контрольные), пробы СГИ – символом V (контролируемые). Экспериментальные работы начинались с фрезерования кернов и только после отбора бороздовых проб керны раскалывались на керноколе.

При опробовании массивных и мелкокраплённых руд от керна отбиралась одна бороздовая проба. В случае опробования кернов с крупной или неравномерной вкраплённостью рудных минералов, например магнетитовых скарнов, с поверхности керна отбирались четыре бороздовые пробы, располагающиеся через 90° в сечении керна. При этом материал из двух противоположных борозд поступал в одну пробу (вариант 1), а из двух других противоположных борозд – в другую пробу (вариант 2). По каждому варианту выполнялся отдельный химический анализ.

Математическая обработка химических анализов экспериментального опробования включала расчёт традиционных статистических характеристик: средних содержаний компонентов, разность средних, средних квадратических отклонений, коэффициентов вариации, коэффициентов корреляции. Для окончательного решения вопроса о представительности бороздовых проб с целью установления наличия или отсутствия систематической погрешности бороздового опробования строились