

УДК 552.57+553 (571.56)

## Углеродсодержащие стратоны верхнего палеозоя Куранахского антиклинория (Западное Верхоянье)

В.С. Гриненко, А.В. Прокопьев

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск*

*В Куранахском антиклинории (Западное Верхоянье) установлены потенциально углеродистые (черносланцевые) отложения базальных горизонтов верхоянского терригенного комплекса. Выявлены коррелируемые уровни повышенной концентрации  $C_{орг}$  и благороднометальной металлоносности, приуроченные к нижне-среднекарбовым трансгрессивным циклитам. Углеродистые породы характеризуются присутствием высоких концентраций сингенетического пирита и наложенной сульфидизации вкрапленного или прожилково-вкрапленного типа с повышенной золотоносностью. Результаты исследований позволяют относить потенциально углеродистые (черносланцевые) фации карбона к перспективным на формирование крупнотоннажных объектов с золото-(мышьяково)-сульфидным типом вкрапленного и прожилково-вкрапленного оруденения.*

Ключевые слова: каменноугольная система, верхоянский терригенный комплекс, серджахская и чочимбальская свиты, чёрносланцевые отложения, металлоносность.

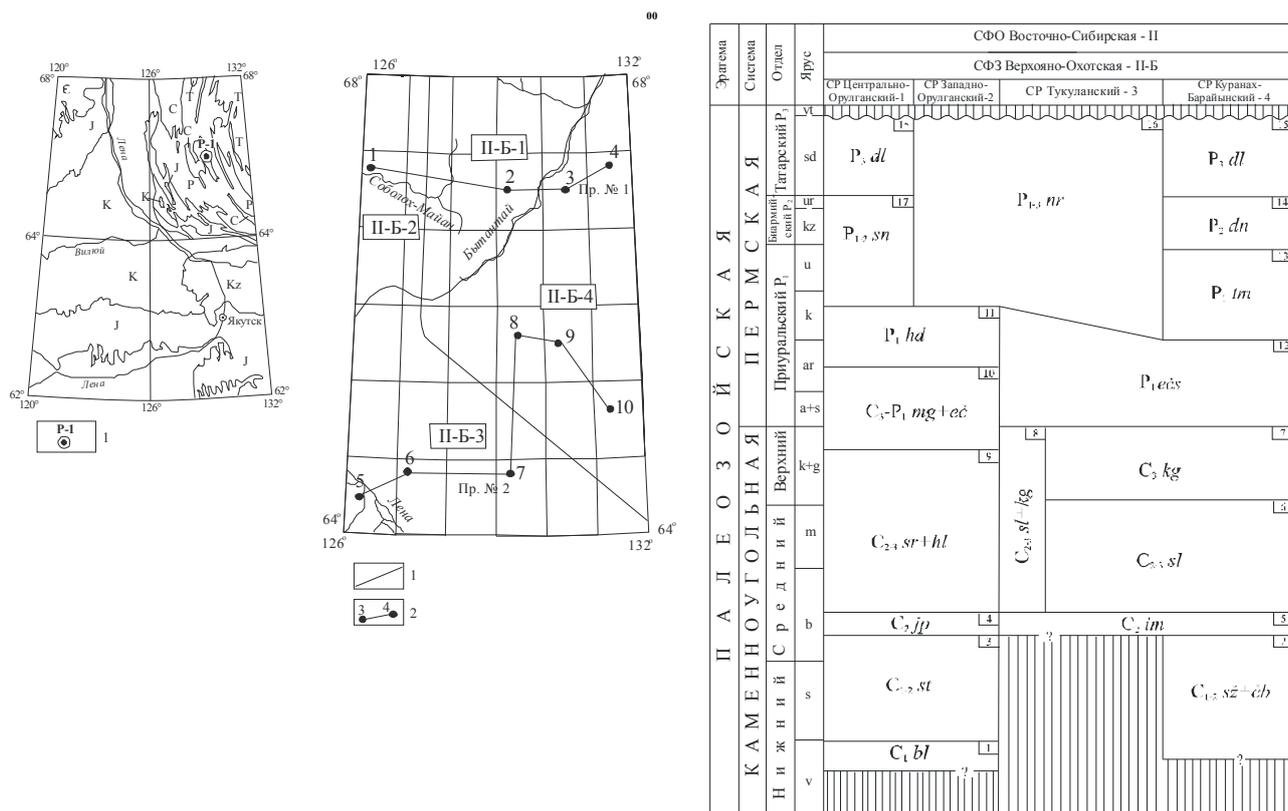
*In the Kuranakh anticlinorium (West Verkhoyansk), potentially carbonaceous (black shale) deposits are recognized at the basal levels of the Verkhoyansk terrigenous complex. Correlative levels of elevated concentrations of organic C and noble metals are outlined, which are confined to the Lower-Middle Carboniferous transgressive cyclites. The carbonaceous deposits are characterized by high concentrations of syngenetic pyrite and superposed sulfidization of disseminated or vein-disseminated types with elevated gold content. The results of the studies suggest that the carbonaceous (black shale) facies are potentially prospective for the formation of high-tonnage deposits with gold-(arsenic)-sulfide type of disseminated and vein-disseminated mineralization.*

Key words: Carboniferous, Verkhoyansk terrigenous complex, Sedzhakh and Chochim-Bal formations, black shale, metal content.

**Объект, его изученность и методы исследований.** Объектом исследований являлись верхнепалеозойские отложения, которые на востоке Сибирской платформы и в её подвижном обрамлении формируют верхоянский терригенный комплекс (ВТК) [1–11 и др.]. В Верхояно-Колымской складчатой области (ВКСО) наиболее древние отложения ВТК вскрыты в осевых частях и на крыльях Хараулахского, Орулганского, Куранахского и Бараинского антиклинориев [12–15 и др.]. И хотя степень их достоверного датирования на востоке Сибирской платформы и, нередко, на территории Верхоянья еще далека от окончательного решения, важно отметить, что наиболее полно они изучены средне- и крупномасштабными геолого-съёмочными, тематическими и поисково-разведочными работами в западной периферии ВКСО, в цен-

тральной части Куранахского и Бараинского антиклинориев, менее детально – в Хараулахском и Орулганском. Предшественниками, в пределах Куранахского и Орулганского антиклинориев, каменноугольные и пермские образования расчленены на местные стратиграфические подразделения [16, 17], стратоны диагностированы по возрасту [18 и др.] и картографированы [19 и др.]. Базальными горизонтами ВТК в Куранахском антиклинории являются нижнекаменноугольная серджахская и, согласно залегающая выше, ниже-среднекаменноугольная чочимбальская свиты [16 и др.]. Основные разрезы стратонов расположены в междуречье руч. Чочим-Боал (бас. р. Дянышка) и руч. Серинджах (бас. р. Эчий). Биостратиграфической основой расчленения и корреляции изученного интервала является ангарская макрофлора в совокупности с комплексами морской раковинной макрофауны [3, 8, 9, 15, 20 и др.]. В изучение в стратотипической местности (рис. 1, левая врезка) были вовлечены коренные выходы серджахской и чочимбальской свит, проведено их деталь-

ГРИНЕНКО Виталий Семенович – к.г.-м.н., с.н.с., grinenkovs@diamond.yasn.ru; ПРОКОПЬЕВ Андрей Владимирович – к.г.-м.н., зам. директора, prokopiev@diamond.yasn.ru.



**Рис. 1.** Местоположение (изученный разрез P-1), см. рис. 2) углеродсодержащих стратон в пределах Куранахского антиклинория (левая врезка): Схема структурно-фациального районирования масштаба 1:5 000 000 (лист Q-52) и Схема корреляции каменноугольных и пермских отложений Верхояно-Охотской структурно-фациальной зоны (Куранахский и Орулганский антиклинории, Западное Верхоянье).

Условные обозначения. Схема структурно-фациального районирования масштаба 1:5 000 000 (центральная врезка): 1 – границы районов; 2 – положение пунктов литофациальных разрезов. При построении разрезов использованы картографические материалы изданных листов Госгеолкарт-200 (издание первое), рукописных отчетов по ГТС-50 и материалам глубокого бурения: 1 – Сусов М.В. и др. (1984); 2 – Андреев В.С. и др. (1981); 3 – Сибирцев Ю.М. и др. (1972); 4 – Масленников В.В. и др. (1979); 5 – Баташанова Л.В. и др. (1989ф); 6 – Гома А.Н. и др. (1993ф); 7 – Гома А.Н. и др. (1979ф); 8 – Сафонов Ю.В., Гриненко В.С. и др. (1979ф); 9 – Некрасов А.И. и др. (1997ф); 10 – Тютюнников Л.Г. и др. (1997). Аббревиатура элементов районирования. Структурно-фациальная область (СФО): Восточно-Сибирская (II). Структурно-фациальная зона (СФЗ): Верхояно-Охотская (II-Б). Стратиграфические районы (СР): Центрально-Орулганский (II-Б-1), Западно-Орулганский (II-Б-2), Тукуланский (II-Б-3), Куранах-Бараинский (II-Б-4).

Схема корреляции каменноугольных и пермских отложений Верхояно-Охотской структурно-фациальной зоны (Куранахский и Орулганский антиклинории, Западное Верхоянье) (правая врезка). Стратиграфические подразделения (свиты, серии) и их индексы: 1 – былькатская ( $C_1bl$ ) свита; 2 – серджахская и чочимбальская ( $C_{1-2sz+cb}$ ) свиты объединенные; 3 – сетачанская ( $C_{1-2st}$ ) свита; 4 – юпенчинская ( $C_2jp$ ) свита; 5 – имтанджинская ( $C_2im$ ) свита; 6 – солончанская ( $C_{2-3sl}$ ) свита; 7 – кыгылтасская ( $C_3kg$ ) свита; 8 – солончанская и кыгылтасская ( $C_{2-3sl+kg}$ ) свиты объединенные; 9 – суорганская и халданская ( $C_{2-3sr+hl}$ ) свиты объединенные; 10 – мегенская и эчийская ( $C_3-P_1 mg+ec$ ) свиты объединенные; 11 – халджинская ( $P_1hd$ ) свита; 12 – эчийская ( $P_1ec_s$ ) серия; 13 – тумаринская ( $P_1tm$ ) серия; 14 – деленжинская ( $P_2dn$ ) серия; 15 – дулгалахская ( $P_2dl$ ) серия; 16 – нёрская ( $P_1-nr$ ) свита; 17 – сюренская ( $P_1-sn$ ) свита

ное поинтервальное (0,0–10,0 м) описание. Выполнен целевой отбор проб пунктирной (1,0 м) бороздой в начале каждого интервала на определение  $C_{орг}$  и мелкого (дисперсного) золота (химический и спектрофотометрический анализы) (см. ниже).

**Районирование.** Изученная территория Куранахского антиклинория располагается в зоне перехода «Сибирская платформа – Верхояно-Колымская складчатая область» и в рамках разработанного структурно-фациального районирования отнесена к Верхояно-Охотской структурно-фациальной зоне (СФЗ) Восточно-Сибир-

ской структурно-фациальной области (СФО) [5]. Верхояно-Охотская СФЗ характеризуется закономерными фациальными рядами отложений, объединяющихся во времени и пространстве единым этапом осадконакопления. В пределах Верхояно-Охотской СФЗ выделены (рис. 1, центральная врезка): Западно-Орулганский, Центрально-Орулганский, Тукуланский и Куранах-Бараинский стратиграфические районы. В обозначенных районах местные подразделения коррелируются между собой благодаря наличию условных зон непосредственной смены литологического состава, палеобиоценозов или та-

фофлор. Увязанные таким образом между собой по латерали стратоны в пределах Верхояно-Охотской СФЗ (рис. 1, центральная врезка) были картографированы в масштабах 1:500 000 и 1:1 000 000 как геологические тела (свиты, серии) с местными географическими названиями [16, 17, 19 и др.].

**Литостратиграфия.** Складчатые структуры Куранахского антиклинория сложены верхнепалеозойскими толщами [16, 17]. На западном и восточном его крыльях, в зонах сопряжения антиклинория с Предверхоанским краевым прогибом (на западе) и с Сартангским синклинорием (на востоке), развиты мезозойские (триас-юра) отложения. В формировании ВТК на Куранахском антиклинории и в его периферии обычно выделяют два крупных этапа. Первый этап характеризуется геосинклинальным режимом седиментации, второй, начиная с кровли верхней юры, является орогенным. В первом этапе, в верхнем палеозое, выделяют два крупных ритма седиментации регрессивного профиля. Продолжительность первого ритма – с серджахского по верхнекыгылтасское время, второго ритма – с хорокытского (раннеэчийского) времени по хальпирское время (по завершении палеозойской эратемы). Каждый из этих доминирующих ритмов седиментации подразделяется на серию более мелких аналогично построенных ритмов, фации которых формируют местные геологические тела (свиты, серии). Они прослежены в пределах всего Западного Верхоянья. Исключение составляют серджахская и чочимбальская свиты (рис. 1, правая врезка), вскрывающиеся только в пределах Куранахского антиклинория, в своде крупнейшей антиклинали – Кыгылтасской, в зоне резкого и амплитудного воздымания её шарнира [21].

**Фациальные обстановки.** Как было отмечено выше, серджахская свита является наиболее древним стратоном в Куранахском антиклинории. В эрозионном срезе вскрыта только своей верхней (верхи визейского яруса) регрессивной песчаниковой (видимая мощность до 250 м) частью в ядре Кыгылтасской антиклинали [16]. В её составе отмечены мощные массивные разнотернистые песчаники в чередовании с редкими маломощными (первые метры) пластами мелко- и крупнозернистых алевролитов. В песчаных породах присутствует довольно значительное количество сингенетического пирита, характеризующего интенсивное сероводородное заражение во внутреннем шельфе бассейна седиментации. Данный факт исключает развитие какого-либо многообразия видов морской раковинной фауны. В разрезе, в глинистых фациях свиты фиксируется лишь присутствие редких предста-

вителей двустворчатых моллюсков *Wilkgia* cf. *regularis* (King) (устное сообщение А.С. Бякова), которые характеризуют, в целом, морские мелководные обстановки осадконакопления.

В чочимбальское время морская акватория внутреннего шельфа большей частью была относительно глубоководной. Среди осадков (нижняя часть чочимбальской свиты) преобладают глинисто-алевритовые (аргиллиты, алевролиты черные разнотернистые, прослойки песчаников мелкозернистых) с параллельной в низах слоёв и с горизонтальной, мелкой волнистой и косоволнистой слоистостью в верхах. В верхней части разреза свиты среди алевролитов также отмечаются прослойки песчаников серых разнотернистых с линзами гравелитов и маломощных (первые см) конгломератов. Общая мощность свиты – 850–950 м. Нахождение в них большого количества сингенетического пирита указывает на сероводородное заражение придонной части бассейна. Фауна в нижней части свиты встречается исключительно редко и, скорее всего, её появление маркирует периоды кратковременного обмеления бассейна, в котором, вероятнее всего, устанавливался нормальный его солевой режим, вследствие чего, в отлагающихся маломощных глинисто-песчаных осадках, чаще в кровле слоёв, захоронялась фауна брахиопод.

В конце чочимбальского времени глубоководные обстановки сменяются мелководными и прибрежно-морскими, в которых накапливались песчано-глинистые осадки с крупной косою и волнистой слоистостью. Нормальный солевой и газовый режим акватории внутреннего шельфа морского палеобассейна подтверждается появлением брахиопод *Verkhotomia* aff. *tukulaensis* (Kasch.), *Verchojania* sp., *Euphemites romanovsky* Netsh., а частые следы жизнедеятельности организмов (с обширной биотурбацией глинистых пород) батиметрически классифицируют относительно глубоководный характер их формирования.

Структуры разрезов, ритмы которых, подобные серджахской и чочимбальской свитам, установлены и в Орулганском антиклинории (рис. 1, правая врезка), где им условно, по положению в разрезе, отвечают (соответственно) типы разрезов нижне- и нижне-среднекарбонных былыкатской (1200–1700 м) и сетачанской (1000–1300 м) свит [16, 17]. Разнотернистые песчано-глинистые фации былыкатской свиты большей частью характеризуют преимущественно континентальные обстановки осадконакопления с обильно развитой в этот период флорой *Lepidodendropsis consinna* Radcz., *Tomiodendron persikovii* Schwed., *T. ostrogianum* (Zal.), *Angarodendron tetragonum* (Chachl.), *Aba-*

*canidium* ex gr. *abacanum* (Zal.) Radcz., *Angaroptaridium cardiopteroides* (Schm.) Zal., *Samaropsis* aff. *auriculata* Such. В вышезалегающих глинистых и глинисто-песчаных породах сетчанской свиты уже присутствуют как фауна *Anthraconauta fomitschevi* Fed. (нижняя часть свиты), так и флора *Angarodendron obrutschewii* Zal., *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalh.) Zal., *A.* cf. *tyrganicum* Zal. (верхняя часть свиты), что указывает на смену собственно морских или прибрежно-морских условий седиментации на лагунные и континентальные.

#### **Металлоносность осадочных образований.**

Благороднометалльно-полиметаллические рудопроявления и месторождения осевой зоны Куранахского антиклинория локализованы в ритмичных аргиллито-алевролитовых и песчаниковых толщах карбона ВТК. В пределах месторождений установлены золото-кварцевая малосульфидная и золото-полиметаллическая полиформационная рудные формации. Иногда, вследствие дифференциации оруденения в пределах отдельных месторождений, золото-полиметаллическая полиформационная формация исследователями не диагностируется, а выделяются две самостоятельных рудных формации: золото-серебро-полисульфидная и серебро-полисульфидная. Как правило, оруденение, контролируемое осадочными терригенными породами, приурочивается к надынтрузивным зонам небольших по площади выходов на поверхность (или погребенных, скрытых на глубине и обозначенных только по геолого-геофизическим данным) интрузий, представлено, преимущественно, серией жильно-прожилковых зон с формированием рудоносных стратифицированных серий [22], возрастные рубежи которых определяют их минерагеническую специфику: золото ( $C_{1v}-C_{2b}$ ) и серебро ( $C_{2b}-C_{3k+g}$ ). Нахождение в прожилковых зонах самородного золота или сульфосолей серебра с галенитом и сфалеритом является обычным в обозначенных месторождениях Куранахского антиклинория. Однако, в рудах обособленных месторождений и рудопроявлений основной экономической доминантой полезного компонента обычно служат либо серебро и полиметаллы, либо золото и серебро, либо золото и полиметаллы. Такая особенность регенерации оруденения свойственна глубинным флюидно-магматическим системам, которые, как правило, формируются над обособленными структурами фундамента, охватывая в своём функционировании вверх по разрезу осадочные комплексы вмещающей рамы. В Западном Верхоянье такой рудоконтролирующей структурой, возможно, является Эчийский гранитоидный купол, маркированный Эчий-

ским гравитационным минимумом силы тяжести [23–25]. С эволюцией Эчийского гранитоидного купола неразрывно связано формирование и развитие Хобойоту-Эчийского массива гранитоидов [26].

Как известно, заложение крупнейшего на востоке Азии Верхояно-Охотского миегеосинклинального палеобассейна на дорифейском кратонном основании отвечает раннекаменноугольному ( $C_{1t-v}$ ) этапу. Поздневизейское время и последующие рубежи геохронологической эволюции этого этапа в ВТК Куранахского антиклинория маркируются стратифицированными рудоносными сериями [22]. Высокоуглеродистые ( $C_{opt}=1,2-1,5\%$ ,  $\max C_{opt}=4,46\%$ ) черные пиритизированные алевролиты и аргиллиты формируют староручьёвскую серию, специализированную на золото ( $0,15-0,5$  г/т, таблица), а перекрывающая её стратифицированная рудоносная антовчанская серия (серые зернистые песчаники и алевролиты) характеризуется повышенными содержаниями серебра. Обоим сериям по площади своего развития ( $400-450$  км  $\times$   $50-80$  км, вертикальная мощность заполнения до  $1500$  м) сопутствует вкрапленная и рассеянная минерализация Cu, Pb, Zn, Mo, Bi. Столь разнообразный состав рудоносного заполнения объясняется тем, что в кристаллическом фундаменте (по геолого-геофизическим данным) прослеживается в одном с антиклинорием простирации раннепротерозойский Билякчанско-Омолыйский вулканоплутонический пояс, специализированный на благородные, цветные и редкие металлы [27]. Последний является погребенным меридиональным продолжением Билякчанского докембрийского грабена, отделяющего архейский цоколь Алданского щита от такового Охотского массива, и который в Верхоянье прослежен на расстоянии более  $1500$  км по характерному полосовому минимуму силы тяжести.

Перспективным для поисков промышленных месторождений благородных металлов является отрезок Куранахского антиклинория, маркированный Хобойоту-Эчийским и Кысылтасским массивами реоморфических (телескопированных совместно с гранитоидными из кристаллического фундамента) гранитоидов. Фазы центрального сводово-купольного разрастания Эчийского гранитоидного купола имели место в раннем протерозое ( $PR_1$ ), среднем палеозое ( $D_{2-3}$ ), среднем-позднем мезозое – кайнозое ( $J_3-K_1-KZ$ ). В позднем мезозое они сопровождалась импульсами приповерхностного магматизма, синхронными гомо- и антидромному циклитам кольцевой структуры хр. Сарычева (бас. р. Индигирка). Этот вывод сделан на осно-

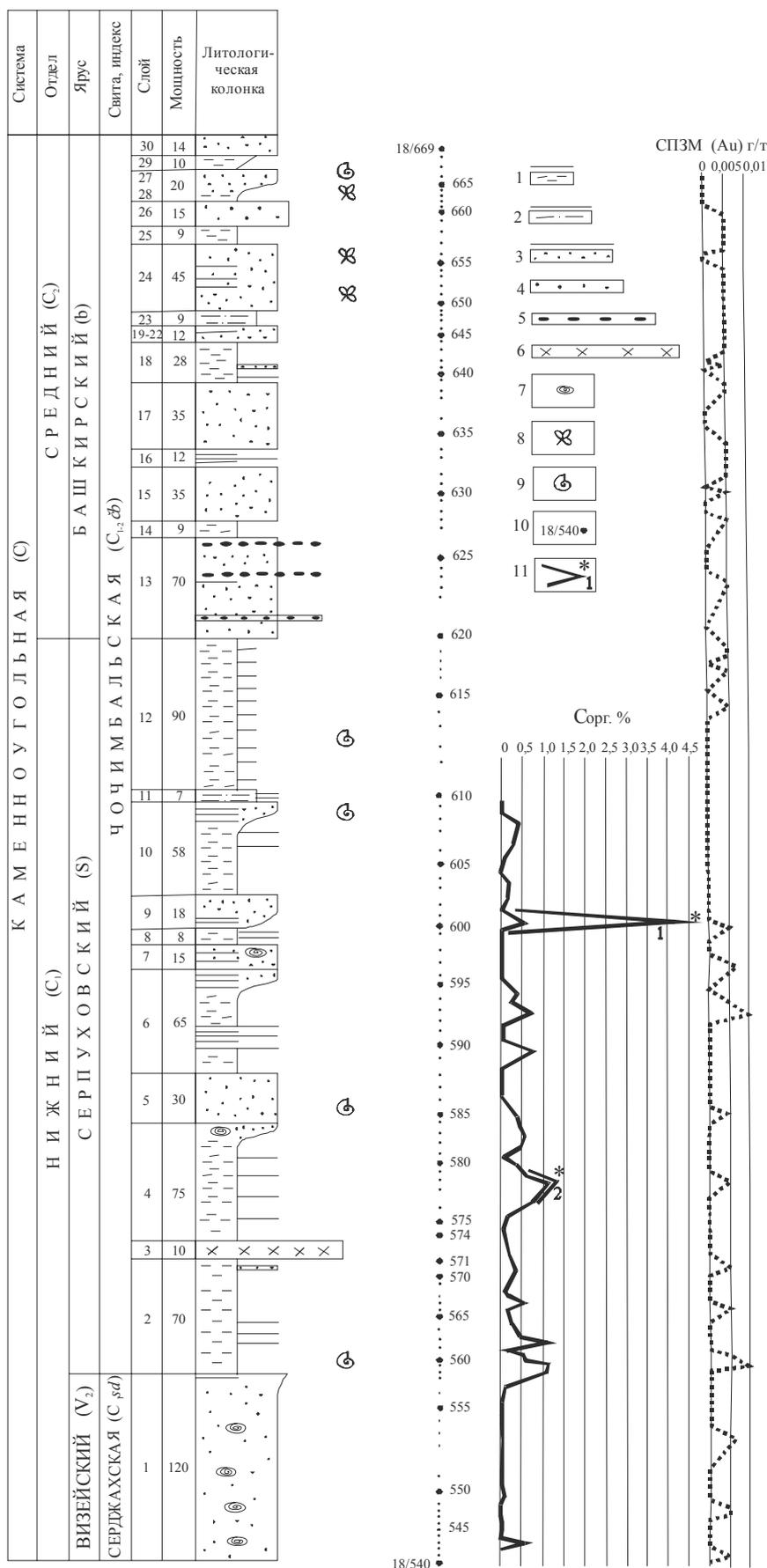
УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ СТРАТОНЫ ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ КУРАНАХСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ

Результаты химического и спектрофотометрического анализов проб верхоянского терригенного комплекса (серджахская и чочимбальская свиты Куранахского антиклинория, Западное Верхоянье)

Проба	Свита	Бассейн	Порода	C <sub>орг</sub> , %	СПЗМ, г/т	Проба	Свита	Бассейн	Порода	C <sub>орг</sub> , %	СПЗМ, г/т
18-541	C <sub>1сž</sub>	Чочим-Боал	Песчаник	0,02		18-588	C <sub>2čb</sub>	Чочим-Боал	Песчаник	0,02	
18-542	- // -	- // -	Песчаник	0,56		18-589	- // -	- // -	Алевролит	0,74	
18-543	- // -	- // -	Песчаник	0,02		18-590	- // -	- // -	Алевролит	0,02	
18-544	- // -	- // -	Песчаник	0,02		18-591	- // -	- // -	Алевролит	0,02	
18-545	- // -	- // -	Песчаник	0,06		18-592	- // -	- // -	Алевролит	0,68	1,0
18-546	- // -	- // -	Песчаник	0,02	0,6	18-593	- // -	- // -	Алевролит	0,24	0,5
18-547	- // -	- // -	Песчаник	0,02	0,5	18-594	- // -	- // -	Алевролит	0,34	
18-548	- // -	- // -	Песчаник	0,02		18-595	- // -	- // -	Алевролит	0,02	0,5
18-549	- // -	- // -	Песчаник	0,1		18-596	- // -	- // -	Алевролит	0,02	0,7
18-550	- // -	- // -	Песчаник	0,05		18-597	- // -	- // -	Алевролит	0,02	
18-551	- // -	- // -	Песчаник	0,06		18-598	- // -	- // -	Песчаник	0,02	
18-552	- // -	- // -	Песчаник	0,03	0,7	18-599	- // -	- // -	Алевролит	0,02	0,5
18-553	- // -	- // -	Песчаник	0,02		18-600	- // -	- // -	Песчаник	0,52	
18-554	- // -	- // -	Песчаник	0,02		18-601	- // -	- // -	Песчаник	0,02	
18-555	- // -	- // -	Песчаник	0,02		18-602	- // -	- // -	Песчаник	0,12	
18-556	- // -	- // -	Песчаник	0,12		18-603	- // -	- // -	Алевролит	0,14	
18-557	- // -	- // -	Алевролит	1,12		18-604	- // -	- // -	Алевролит	0,02	
18-558	C <sub>2čb</sub>	- // -	Алевролит	1,2	1,0	18-605	- // -	- // -	Алевролит	0,06	
18-559	- // -	- // -	Алевролит	0,54	0,5	18-606	- // -	- // -	Алевролит	0,03	
18-560	- // -	- // -	Алевролит	0,53		18-607	- // -	- // -	Алевролит	0,04	
18-561	- // -	- // -	Алевролит	0,16		18-608	- // -	- // -	Алевролит	0,08	
18-562	- // -	- // -	Алевролит	1,08		18-609	- // -	- // -	Алевролит	0,06	
18-563	- // -	- // -	Алевролит	0,44		Сборы по площади					
18-564	- // -	- // -	Алевролит	0,26		271511	- // -	- // -	Алевролит	1,26	
18-565	- // -	- // -	Алевролит	0,14	0,5	271512	- // -	- // -	Алевролит	1,02	
18-566	- // -	- // -	Алевролит	0,54		27245	- // -	- // -	Алевролит	1,26	
18-567	- // -	- // -	Алевролит	0,2		27246	- // -	- // -	Алевролит	0,82	
18-568	- // -	- // -	Алевролит	0,08		27247	- // -	- // -	Алевролит	0,95	
18-569	- // -	- // -	Алевролит	0,26		2743	- // -	Чуора	Алевролит	0,66	
18-570	- // -	- // -	Алевролит	0,32	0,5	27436	- // -	- // -	Алевролит	0,88	
18-571	- // -	- // -	Алевролит	0,18		27439	- // -	- // -	Песчаник	0,64	
18-574	- // -	- // -	Алевролит	0,02		274311	- // -	- // -	Алевролит	4,34	
18-575	- // -	- // -	Алевролит	0,1		274314	- // -	- // -	Алевролит	1,3	
18-576	- // -	- // -	Алевролит	0,72		274315	- // -	- // -	Алевролит	4,46	
18-577	- // -	- // -	Алевролит	1,12	0,5	274316	- // -	- // -	Алевролит	2,46	
18-578	- // -	- // -	Алевролит	0,58		274319	- // -	- // -	Песчаник	0,6	
18-579	- // -	- // -	Алевролит	0,33		274321	- // -	- // -	Алевролит	1,22	
18-580	- // -	- // -	Алевролит	0,08		2744	- // -	- // -	Алевролит	1,62	
18-581	- // -	- // -	Алевролит	0,43		Нижние пределы анализов C <sub>орг</sub> – 0,02%					
18-582	- // -	- // -	Алевролит	0,54							
18-583	- // -	- // -	Алевролит	0,46							
18-584	- // -	- // -	Алевролит	0,34							
18-585	- // -	- // -	Песчаник	0,02							
18-586	- // -	- // -	Песчаник	0,02							
18-587	- // -	- // -	Песчаник	0,02							

вании анализа датировок абсолютного возраста магматитов Хобойоту-Эчийского массива реоморфических гранитоидов калий-аргоновым методом, образующих непрерывный ряд от гранодиоритов до гранит-порфиоров. Фазы гравитационного обрушения и проседания проявились в позднем палеозое (C<sub>1-3</sub>), раннем мезозое (T<sub>3</sub>-J<sub>1</sub>), среднем-позднем мезозое – кайнозое (J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>-KZ). В пользу такого вывода свидетельствуют

результаты детального литогеохимического анализа базальных горизонтов ВТК Куранахского антиклинория (серджахская и чочимбальская свиты). Из характеристики рисунка и содержания таблицы (рис. 2, таблица) следует, что повышенные концентрации золота в глинистых литифицированных осадках ВТК имеют устойчивую положительную корреляцию с содержаниями свободного органического вещества мор-



**Рис. 2.** Литологическая колонка и геохимическая (С<sub>орг</sub>, %; спектрозолотометрия, г/т) характеристика базальных горизонтов верхоянского терригенного комплекса (серджахская и чочимбальская свиты Куранахского антиклинария, Западное Верхоянье): 1 – алевриты мелкозернистые; 2 – алевриты крупнозернистые; 3 – песчаники мелкозернистые; 4 – песчаники среднезернистые; 5 – внутрiformационные конгломераты; 6 – субпластовая дайка гранодиоритов; 7 – подводно-оползневые образования; 8 – флора; 9 – фауна; 10 – пункты отбора проб (в числителе номер точки, в знаменателе номер пробы); 11 – максимальные значения С<sub>орг</sub>: точка 1 – устьевая часть р. Чуора, антиклинальная складка (4,46%); точка 2 – бассейна руч. Чочим-Боал (1,26%).  
Примечание. Химический анализ выполнен в ЦАЛ ФГУП «ВСЕГЕИ»; спектральный золотометрический анализ – в ЦЛ ГУГПП РС «Якутскгеология»

ского генезиса. Следует также учитывать, что эрозией не вскрыты базальные горизонты ВТК, которые на глубине непосредственно залегают на кристаллических породах Эчийского гранитогнейсового купола (по [22–25]). Поэтому можно допускать, что при высокотемпературном метаморфизме в глубокозалегающие горизонты потенциально черносланцевых толщ (серджахская свита) золота выносилось, по меньшей мере, в 2–3 раза больше, чем его сконцентрировано в надынтрузивном субстрате осадочных образований или в рудных жильно-прожилковых зонах штокверкового типа, расположенных в пределах вскрытых (и не вскрытых) эрозией интрузий. Эти зоны уже сейчас обозначены или прогнозируются как крупнотоннажные месторождения благородных металлов.

**Выводы.** I. В Куранахском антиклинарии установлены потенциально углеродистые

(черносланцевые) отложения в базальных горизонтах ВТК. Выявлены коррелируемые уровни повышенной концентрации  $S_{орг}$  и благороднометальной металлоносности, приуроченные к трансгрессивным циклитам нижнего-среднего карбона. Углеродистые отложения характеризуются присутствием высоких концентраций сингенетического пирита и наложенной сульфидизации вкрапленного или прожилково-вкрапленного типа с повышенной золотонностью. Результаты исследований позволяют относить потенциально углеродистые (черносланцевые) фации карбона к перспективным на формирование крупнотоннажных объектов с золото-(мышьяково)-сульфидным типом вкрапленного и прожилково-вкрапленного оруденения.

II. Объективным обстоятельством, препятствующим увязке факторов (критериев) прогноза благороднометального оруденения различных районов Западного Верхоянья в единую поисковую систему, является отсутствие региональной глубинной структурно-тектонической основы масштаба 1:500 000 и детальнее. Опыт регионального изучения особенностей стратиформного благороднометального оруденения ряда черносланцевых провинций Сибири (Приенисейской, Мамско-Бодайбинской, Кадаро-Удоканской) показал, что возникшая проблема может быть решена в сжатые сроки и с минимальными финансовыми затратами если для прослеживания регионально сульфидизированных продуктивных горизонтов будет использован метод глубинного магнитотеллурического зондирования. Поэтому в Западном Верхоянье рекомендуется постановка съемки ГМТЗ масштаба 1:1 000 000 со станциями длительного многосуточного наблюдения прохождения возмущающего импульса по методике ВостСНИИГТМСа на эталонном участке (площадь Эчийского гранитоидного купола, маркированная Хобойоту-Эчийским и Кысылтасским массивами реоморфических гранитоидов). Основной целью постановки данного вида исследований явилось бы оконтуривание площадей (или зон) проявления как базовых – золото-кварцевой мало-сульфидной и золото-полиметаллической полиформационной рудных формаций, формирующих в данном районе Куранахского антиклинория месторождения с благороднометальной минерализацией, так и золото-серебро-мышьяково-сульфидной формации, образующей комплексные (крупнотоннажные) месторождения с бедными вкрапленными рудами, индикатором в которых выступают концентрации рассеянных тонкодисперсных благородных металлов в потенциально черносланцевых толщах.

## Литература

1. Будников И.В., Гриненко В.С., Клец А.Г. Верхоянский складчатый пояс – ключевой регион для решения основных проблем стратиграфии верхнего палеозоя Сибири // Отечественная геология. – 1994. – № 8. – С. 42–46.
2. Будников И.В., Гриненко В.С., Клец А.Г. и др. Модель формирования верхнепалеозойских отложений востока Сибирской платформы и её складчатого обрамления (закономерности осадконакопления, районирование, корреляция) // Отечественная геология. – 2003. – № 6. – С. 86–92.
3. Budnikov I.V., Klets A.G., Grinenko V.S., Kutugin R.V. Carboniferous of East Yakutia // Newsletter on Carboniferous stratigraphy. – 1996. – Number 14. – P.12–14.
4. Гриненко В.С., Будников И.В., Клец А.Г. Олистостромы в пермском разрезе центральной части Верхоянского складчатого пояса // Отечественная геология. – 1997. – № 2. – С. 36–45.
5. Гриненко В.С., Трущелев А.М. Новые данные о стратиграфии и районировании каменноугольных и пермских отложений алмазоносных районов северо-востока Сибирской платформы // Отечественная геология. – 2011. – № 1. – С. 88–100.
6. Гриненко В.С., Девятов В.П., Ротман А.Я. и др. Верхний палеозой погребенных геодепрессий внутренних районов востока Сибирской платформы // Наука и образование. – 2013. – № 2 (70). – С. 14–20.
7. Клец А.Г., Будников И.В., Кутыгин Р.В., Гриненко В.С. Опорный разрез пограничных отложений нижней и верхней перми Верхоянья и его корреляции // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2001. – Т. 9, № 3. – С. 41–57.
8. Клец А.Г., Будников И.В., Кутыгин Р.В., Гриненко В.С. Событийные уровни в среднем карбон-ранней перми Верхоянья и региональная стратиграфическая схема // Тихоокеанская геология. – 2001. – Т. 20, № 5. – С. 45–57.
9. Klets A.G., Budnikov I.V., Kutugin R.V. et al. The Permian of the Verkhoyansk–Okhotsk region, NE Russia // Journal of Asia Earth Sciences. Volume 26. University of Houston USA, 2006. – P. 258–268.
10. Мишин В.М., Гриненко В.С. Каменноугольные отложения Алданской антеклизы – ключевое звено системы «протоколлектор–коренной источник алмаза» // Наука и образование. – 2006. – № 4 (44). – С. 14–19.
11. Мишин В.М., Гриненко В.С. Новые представления о реликтах каменноугольных отложений бассейна р. Амга – новый пролонгирующий фактор методики поисков коренных месторождений алмаза на закрытых территориях (Центральная Якутия) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия Геология. – 2006. – № 1. – С. 108–113.
12. Budnikov I.V., Grinenko V.S., Klets A.G. The Verkhoyansk foldbelt as a key region for solving problems of the Upper Paleozoic stratigraphy in Siberia // Otechestvennaya geologiya. – 1994. – Number 8. – P. 42–46.

13. *Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Grinenko V.S.* The referens section of the Lower–Upper Permian boundary beds in the Verkchoyansk region and its correlation // *Stratigraphy and Geological Correlation*. – 2001. – Vol. 9. – Number 3. – P. 247–262.

14. *Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Grinenko V.S.* Permian stratigraphic Units of the Western Verkchoyansk Mountains and Their Correlation // *Permian*. June 1998. – Number 30. – P. 8.

15. *Кутыгин Р.В., Будников И.В., Клец А.Г. и др.* Опорный разрез дулгалахского и хальпирского горизонтов (татарский ярус) Западного Верхоянья // *Тихоокеанская геология*. – 2003. – № 6. – С. 82–97.

16. *Гриненко В.С.* Каменноугольная система // Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q–52 – Верхоянские цепи. Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2008. – С. 9–26.

17. *Гриненко В.С.* Пермская система // Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q–52 – Верхоянские цепи. Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2008. – С. 26–35.

18. *Соболев Е.С., Будников И.В., Клец А.Г., Гриненко В.С.* Позднебашкирские аммоноидеи и наutilus-лоидеи Западного Верхоянья // *Палеонтологический журнал*. – 1998. – № 5. – С. 13–25.

19. *Ян-Жин-Шин В.А., Урзов А.С., Гриненко В.С. и др.* Новый этап картографирования территории Якутии // *Отечественная геология*. – 1994. – № 8. – С. 25–27.

20. *Sobolev E.S., Klets A.G., Grinenko V.S., Budnikov I.V.* Late Bachkirian ammonoids and nautilus-oids from the Western Verkchoyansk region // *Paleontological Journal*. – 1998. – Vol. 32, Number 5. – P. 447–460.

21. *Прокопьев А.В.* Тектоника // Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист

Q–52 – Верхоянские цепи. Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2008а. – С. 139–165.

22. *Гриненко В.С., Мишин В.М.* Эчийский рудный район Западного Верхоянья (телескопированный характер, промышленные масштабы и суперпозиция оруденения // *Рудогенез и металлогения Востока Азии: материалы совещания, посвященного 100-летию д.г.-м.н., лауреата Государственной премии Б.Л. Флерова*. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 2006. – С. 51–54.

23. *Гриненко В.С., Стогний Г.А.* О глубинном строении Куранахского антиклинория (Западное Верхоянье) // *Надвиги и шарьяжи платформенных и складчатых областей Сибири и Дальнего Востока и их металлогеническое значение*. – Иркутск: Изд-во ИЗК СО РАН, 1992. – С. 99–101.

24. *Grinenko V.S., Stogny G.A.* Tectonic layering of the Central Verkchoyansk Foldbelt (East Siberia) // *30-th International Geological Congress. Vol. 2 of 3. Beijing, China, 1996*. – P. 339.

25. *Гриненко В.С., Стогний Г.А.* Эчийский гранито-гнейсовый купол – рудоконтролирующая структура Западного Верхоянья // *Геофизические исследования при разведке недр и экологических исследованиях: материалы Всероссийской науч.-техн. конф. Вып. 2*. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. – С. 205–207.

26. *Гриненко В.С., Стогний Г.А.* Роль фактора ремобилизации докембрийского субстрата в формировании рудоносных объектов Западного Верхоянья (Восточная Якутия) // *Вестник Госкомгеологии: материалы по геологии и полезным ископаемым Республики Саха (Якутия)*. – Якутск: Якутское издательство СО РАН, 2004. – № 1(6). – С. 50–57.

27. *Хренов П.М.* Негеосинклинальные вулканоплутонические пояса континентального массива Восточной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 221 с.

*Поступила в редакцию 11.12.2014*

УДК 553.981:551.762 (571.56–15)

## К проблеме релаксации юрской залежи Мастахского ГКМ

В.Б. Черненко, А.И. Сивцев \*

*ОАО «Сахатранснефтегаз», г. Якутск*

*\*Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск*

*Проводится анализ разработки юрской залежи Мастахского газоконденсатного месторождения, находящегося в Хапчагайском мегавале Вилюйской синеклизы. Коэффициент газоотдачи после прекращения разработки залежи J<sub>1</sub>-I составил 34% от запасов газа, утвержденных в ГКЗ СССР. Сделан вывод, что низкий коэффициент газоотдачи обусловлен неравномерными и интенсивными отборами*

ЧЕРНЕНКО Вадим Борисович – зам. начальника, [cherne.vadim@yandex.ru](mailto:cherne.vadim@yandex.ru); \*СИВЦЕВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., с.н.с., [maraday@yandex.ru](mailto:maraday@yandex.ru).