

кое развитие на современном эрозионном срезе многочисленных проявлений флюорита. Согласно установленной для Забайкалья минерагенической зональности, урановое оруденение следует ожидать на 300–500 м ниже по разрезу относительно флюоритовых проявлений. По аналогии с Акуинской ВТС возможный вертикальный размах оруденения можно оценить в 500–600 м.

Обобщение геологических материалов по Тарбалджейской ВТС, а также проведенные минералого-геохимические исследования позволили в первом приближении определить поисковую модель масштабных урановорудных концентраций в вулканитах и гранитоидах. Согласно этой модели наибольшие перспективы выявления уранового оруденения связаны с зонами круто- и пологопадающих разрывов на участках широкого проявления субвулканических тел (риолит-порфиров, эруптивных брекчий) в верхнем структурном этаже и с осложнениями (по простиранию и падению) крутопадающих разрывов в гранитоидах харалгинского комплекса. Урановое оруденение, вероятно, контролируется дизъюнктивными нарушениями субмеридионального и северо-западного простирания на Мариктуйском рудопоявлении и примыкающих к нему участках в северной части ВТС, аналогичными разрывными структурами вдоль контакта южного борта Харалгинского массива с вулканитами джаргалантуйской свиты и вдоль южного борта ВТС. Высоко оцениваются перспективы Харалгинского массива, в том числе аномалий, установленных в его пределах. Кроме этого, не исключается вероятность выявления уранового оруденения в современных отложениях долины р. Харалга и наиболее крупных ее притоков. АГСМ-съёмкой, опробованием донных осадков и водного стока в долине р. Харалга выявлены протяженные (от 200 до 2000 м) и широкие (до 600–800 м) ореолы повышенных и аномальных содержаний урана — $(200–400) \cdot 10^{-4} \%$ при практически фоновой радиоактивности проб. Эти данные позволяют предположить возможность локализации в аллювиальных отложениях р. Харалга и ее притоков современных «безрадиевых» концентраций урана. Источником таких концентраций могли быть высоко-радиоактивные гранитоиды харалгинского комплекса, в которых доля легкоподвижного урана составляет 15–30 % от его валового количества. Вынос этого урана поверхностными и глубинными водами и его сорбция в современных отложениях, представленных песками и гравийниками, обогащенными растительной органикой, могут обеспечить формирование пластообразных и ленточных залежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева О.В., Головин В.А. Метасоматические процессы на урановых месторождениях Тулукуевской кальдеры в Восточном Забайкалье (Россия) // Геология рудных месторождений. — 1998. — № 3. — С. 205–230.
2. Горобец Б.С. Спектры люминесценции минералов. — М.: ВИМС, 1981.
3. Ищукова Л.П., Игошин Ю.А., Авдеев Б.В. и др. Геология Урулюнгуйевского рудного поля и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. — М.: Геоинформмарк, 1998.
4. Ищукова Л.П. К вопросу о возрасте флюоритового оруденения в Южном Приаргунье / Вопросы генезиса и закономерности развития эндогенных месторождений. — М.: Наука, 1986.
5. Красильщикова О.А., Таращан А.Н., Платонов А.Н. Окраска и люминесценция природного флюорита. — Киев: Наукова думка, 1986.
6. Модников И.С., Сычев И.В. Урановое рудообразование в областях континентального вулканизма // Сов. геология. — 1984. — № 9. — С. 44–52.
7. Самович Д.А. Минерально-сырьевая база юга Восточной Сибири / Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М.: ВИМС, 2005. — С. 117–129.

© Коллектив авторов, 2015

Зайцев Сергей Устинович // zaytcev-sosnovgeo@mail.ru
Чеканов Валентин Николаевич // fleischwolf88@mail.ru
Тюленева Вера Михайловна // verat@inbox.ru
Гребенкин Николай Анатольевич // grebenkin2@mail.ru

УДК 552.579:553.072:553.044 (470.23:474)

Михайлов В.А., Вялов В.И., Миронов Ю.Б.,
Искюль Г.С., Лодыгин А.Н. (ФГУП «ВСЕГЕИ»)

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО УРАНОНОСНОСТИ ДИКТИОНЕМО- ВЫХ СЛАНЦЕВ ПРИБАЛТИЙСКОГО БАСЕЙНА (КАЙ- БОЛОВО-ГОСТИЛИЦКАЯ ПЛОЩАДЬ, ЛЕНИНГРАД- СКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Приведены результаты изучения ураноносности отложенной диктионемовой сланцев пакерортского горизонта Кайболово-Гостилицкой площади Прибалтийского бассейна (Ленинградская область). Установлены высокие содержания урана в пласте диктионемовой сланцев и оценены его прогнозные ресурсы. **Ключевые слова:** диктионемовые сланцы, уран, ценные металлы, прогнозные ресурсы.*

Mikhaylov V.A., Vyalov V.I., Mironov Yu.B., Iskyul G.S.,
Lodygin A.N. (VCEGEI)

NEW DATA ON URANIUM-BEARING SHALE DICTYONEMA
AT BALTIC SEA (KAYBOLOVO-GOSTILITSY AREA,
LENINGRAD REGION)

*The results of researches of uranium contents in Dictyonema shale of Pakerort horizon in Baltic basin's Kaybolovo-Gostilitsy area (Leningrad region) are presented. High maintenances of uranium in the layer of Dictyonema shale are established and its look-ahead resources are estimated. **Key words:** dictyonema shale, uranium, valuable metals, predicted resources.*

Диктионемовые сланцы (ДС) Прибалтийского бассейна давно рассматриваются в качестве бедной (т.н. убогой) руды урана. На территории Прибалтийского бассейна сланцев и фосфоритов поиски промышленных концентраций урана в ДС проводились с середины сороковых до начала шестидесятых годов XX века. По результатам поисковых работ на уран в Ленинградской области было выделено пять участков в ранге месторождений непромышленных руд с запасами урана, в тыс. т: Котловское — 6,2; Ранноловское — 2; Кайболовское — 5,7; Куммолдовское — 57,96; Красносельское — 13,07 (рис. 1). Эти месторождения расположены в западной части Ленинградской области между п. Куммолдово, Копорье — Красное Село. Наряду с ураном в повышенных концентрациях в ДС отмечались молибден — 0,02 %, ванадий — 0,09 %, никель — 0,015 % (по этим металлам также подсчитывались запасы). Работами М.Н. Альтгаузена, Т.Н. Давыдовой, Ц.Л. Гольд-

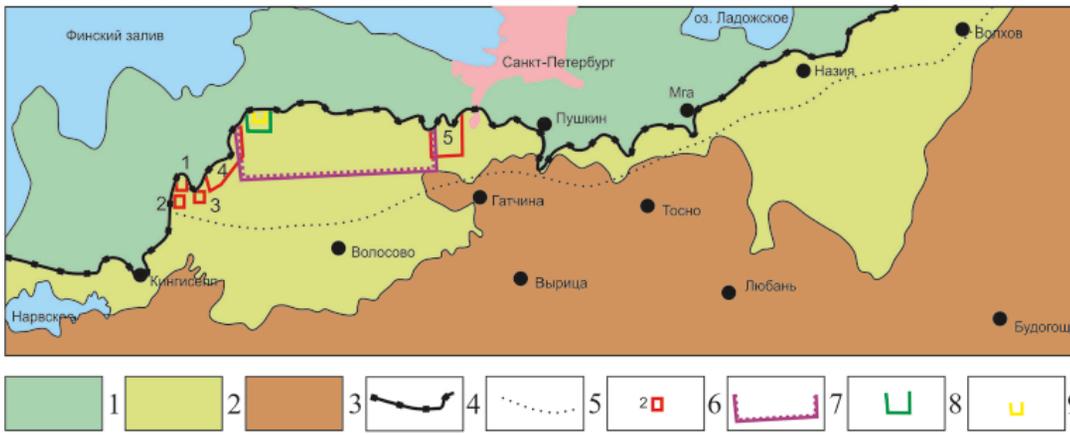


Рис. 1. Схема расположения участков месторождений урана в диктионемовых сланцах и Кайболово-Гостилицкой поисковой площади. Масштаб 1:500 000: 1 — отложения венд-кембрийских образований; 2 — отложения ордовикских образований; 3 — отложения девонских образований; 4 — линия Прибалтийско-Ладожского уступа (глинта); 5 — линия выклинивания пакерортского горизонта;

6 — участки месторождений урана: 1 — Котловский, 2 — Роноловский, 3 — Кайболовский, 4 — Кумоловский, 5 — Красносельский; 7 — Кайболово-Гостилицкая поисковая площадь; 8 — участок детализации; 9 — участок предполагаемого карьера

штейна и др. [1, 2, 7] были изучены литологический состав этих пород, минералогия, распределение урана, формы его нахождения, сопутствующие элементы. Хотя промышленная технология извлечения урана из ДС была разработана и использовалась в 1940-х годах при отработке месторождения в районе Силламяэ (Эстония) и неоднократно совершенствовалась [10], эти урановые объекты в России до сих пор не отработываются из-за низкого извлечения урана, требований к экологии производства и наличия месторождений с более богатыми рудами. В формировании рудной минерализации ДС важнейшая роль отводится низшим организмам, которые усваивали металлы; при отмирании и разложении аминокислоты и порфирины связывали их в виде органикоминеральных комплексов и металлопорфириновых соединений [4].

За рубежом подобные породы начинают вовлекаться в разработку в качестве нетрадиционного источника металлов. Так, в Казахстане ТОО «Фирма Балауса» на опытно-экспериментальном заводе ВНИИХТ с 2009 г. добывает ванадий из месторождения раннепалеозойских углеродисто-кремнистых сланцев Баласаускандык для производства в КНР ванадиевых VRB-аккумуляторов. На месторождении планируется добыча и получение урана, молибденового и редкоземельного концентратов. Таким образом, изучение ураноносности ДС и попутных компонентов (V, Mo, P3Э, Re и др.) [5, 6, 8, 9] приобретает большую актуальность.

В 2012–2014 гг. были проведены поисковые работы на рениевое оруденение в пределах Кайболово-Гостилицкой площади Ленинградской области, вы-

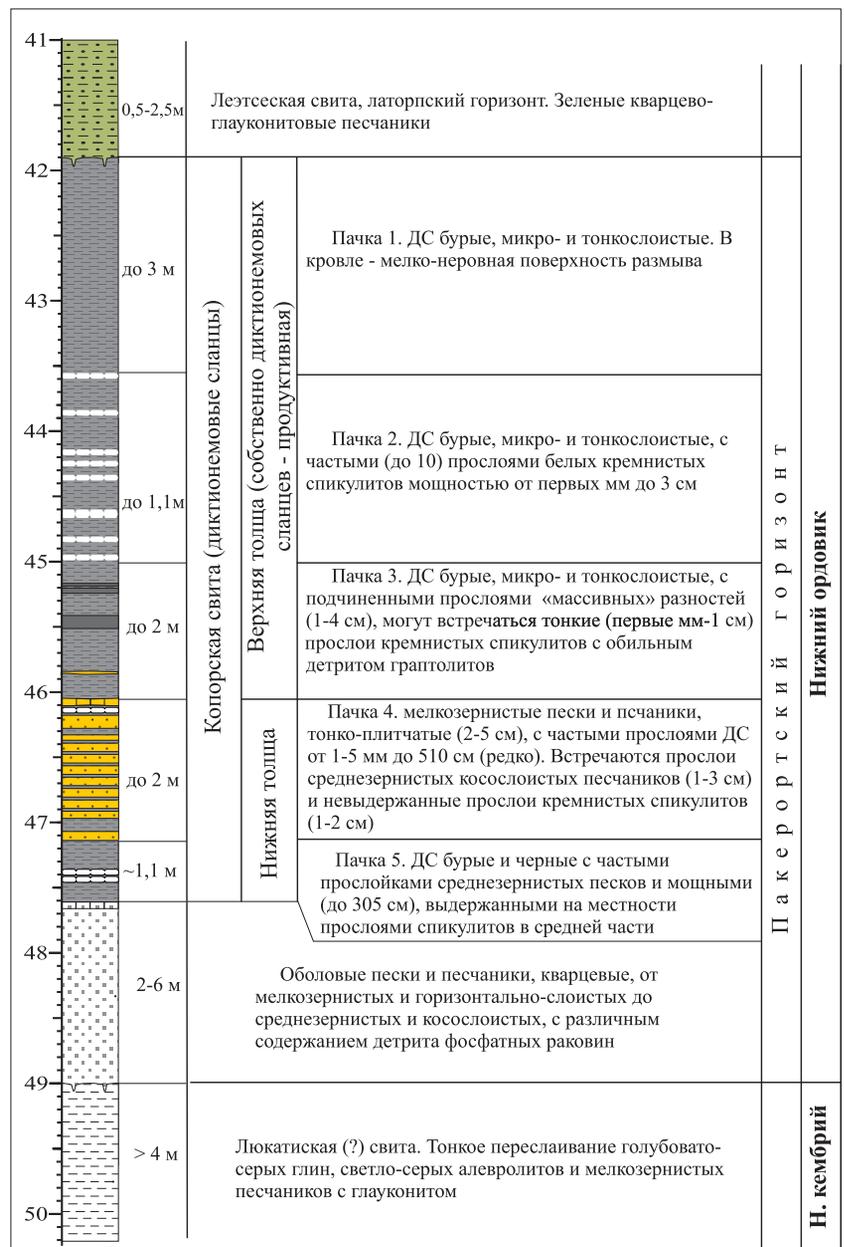


Рис. 2. Типовая стратиграфическая колонка диктионемовых сланцев Кайболово-Гостилицкой площади

полнялись аналитические исследования с определением содержаний в ДС рудных элементов, в том числе урана. Изучался петрографический и геохимический состав диктионемовых сланцев, их металлоносность. Уже в начале поисковых работ были подтверждены высокие содержания U, Mo, V, установлено наличие Re, Rb, Cs, Sc, Cu, Zn, W, Pt, Pd, Rh в высоких концентрациях [6].

На Восточно-Европейской платформе в начале ордовика море трансгрессировало с юго-запада, охватив значительную часть территории, с образованием эпиконтинентального заливо-проливообразного бассейна [3]. Областью сноса металлов являлись породы Балтийского и Воронежского щитов и платформенных областей, периодически затопляемых морем. Диктионемовые осадки накапливались в прибрежно-морских обстановках мелководного шельфа в условиях нормальной солености (по значениям известных геохимических индикаторов). Диктионемовые сланцы входят в состав отложений Русской плиты, перекрывающих южный склон Балтийского щита, и принадлежат пакеортскому горизонту, которым начинается в Прибал-

тийском бассейне разрез нижнего ордовика. Отложения пакеортского горизонта (строение горизонта на примере скв. 23 Кайболово-Гостилицкой площади показано на рис. 2) залегают на размытой поверхности кембрийских отложений (от люкатиской свиты нижнего отдела до ладожской свиты верхнего) и перекрываются глауконитовыми песчаниками леэтсеской свиты нижнего ордовика [1].

ДС — сравнительно однородная по минеральному составу порода с содержанием органического вещества (ОВ) до 8–15%. ОВ представлено остатками диктионем и водорослей. Органогенные образования состоят из обломков спикул губок. Обломочный материал аргиллитов и алевролитов включает кварц 60–74%, КПШ (санидин) 8–15%, редко микроклин, мусковит 2–8%, хлорит 2–4%, пирит 3–8%, марказит 3% — тонкодисперсный, в прослоях и конкрециях (в нижней и средней частях пласта ДС); аксессуарии — апатит, циркон, рутил, монацит и др. Присутствуют конкреции антраколита и в незначительном объеме рудная минерализация: галенит, сфалерит, молибденит, настуран и др.

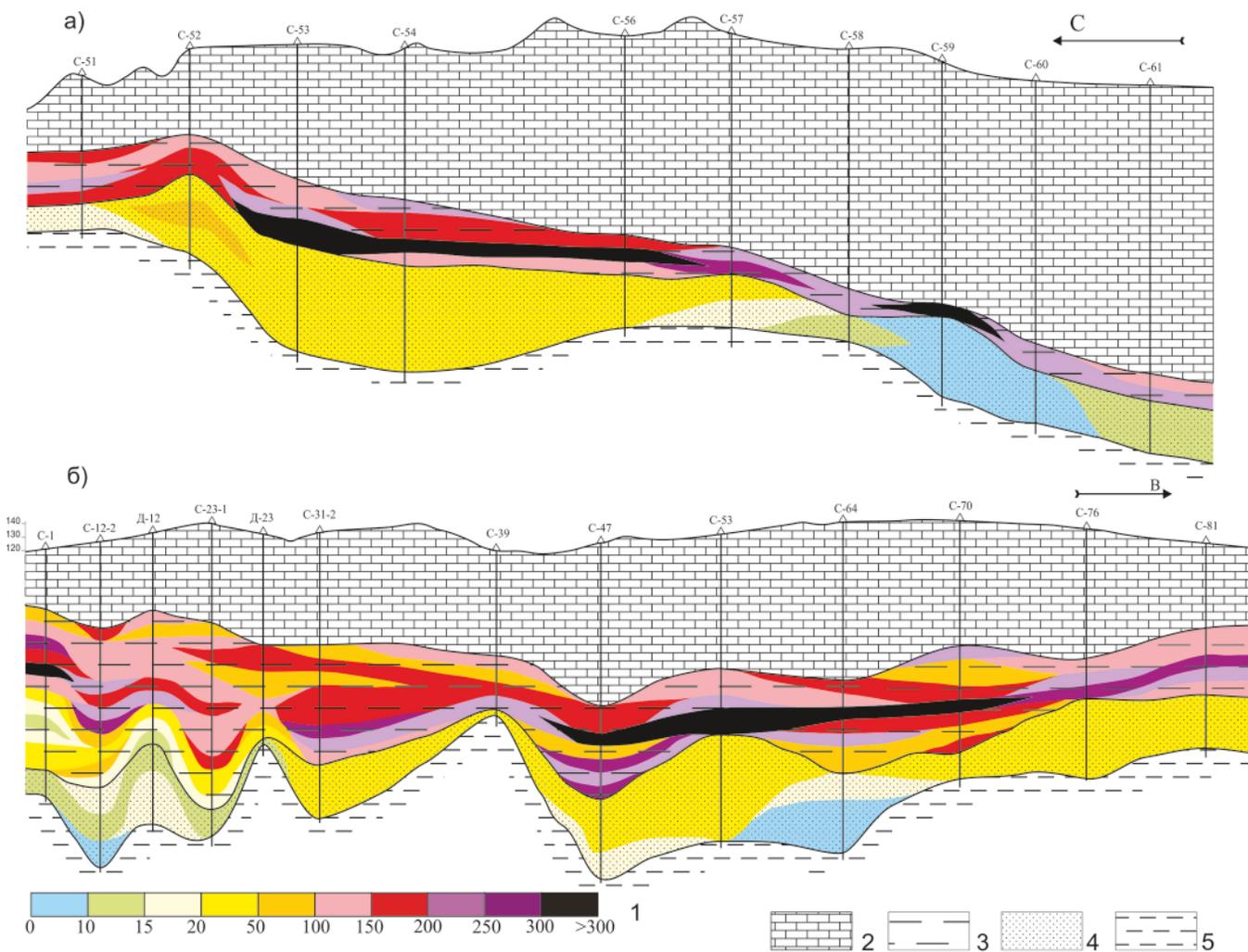


Рис. 3. Кайболово-Гостилицкая площадь. Геолого-геохимический разрез по профилю скв. С-51 — С-61. Распределение урана в пласте диктионемовых сланцев и оболочковых песчаников: а) вкрест простирания пласта; б) по простиранию пласта. Масштаб горизонтальный — 1:200 000, вертикальный известняков — 1:2 000, диктионемовых сланцев и оболочковых песчаников — 1:200. 1 — шкала содержаний урана (в г/т); 2 — известняки; 3 — диктионемовые сланцы; 4 — оболочковые песчаники; 5 — зеленые кембрийские глины

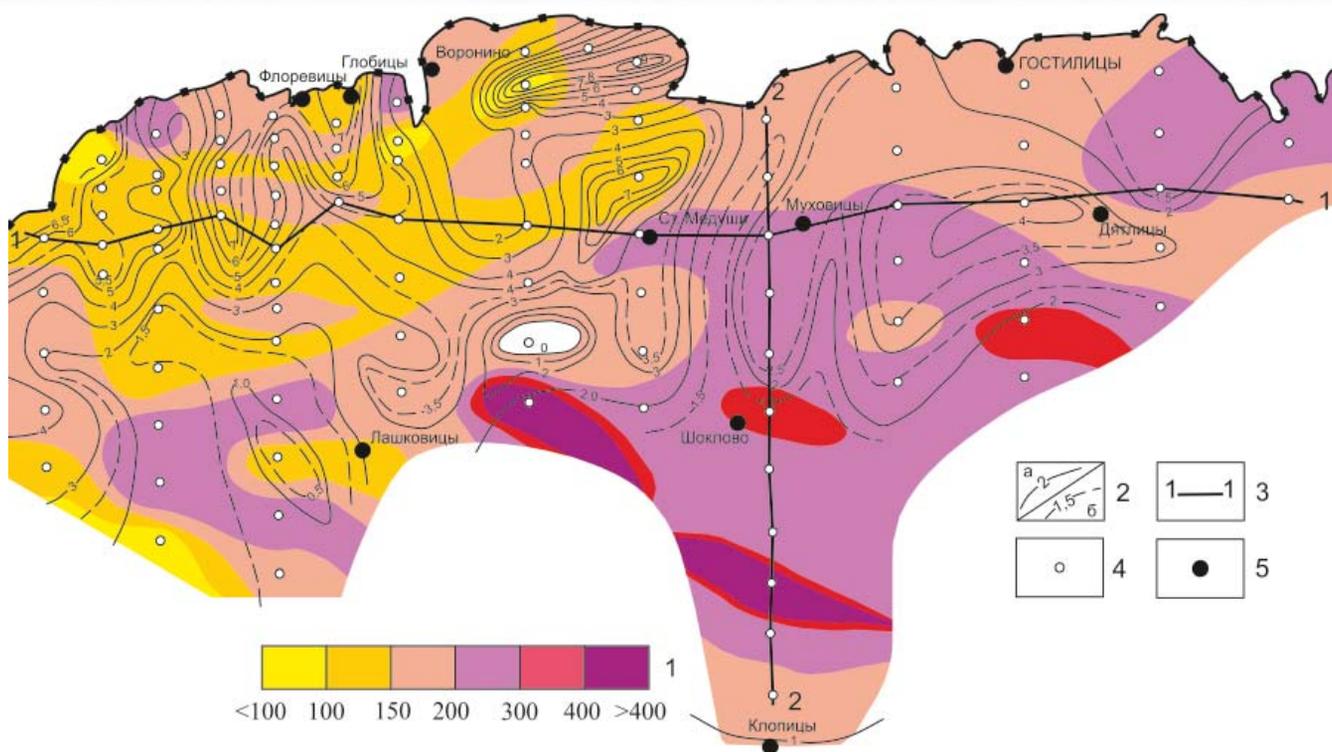


Рис. 4. Кайболово-Гостилицкая площадь. Распределение средних содержаний урана в пласте диктионемовых сланцев (проекция на поверхность). Масштаб 1:200 000: 1 — шкала средних содержаний урана в пласте диктионемовых сланцев (в г/т) с интервалами: < 100–100; 100–150; 150–200; 200–300; 300–400; > 400; 2 — мощность пласта в изолиниях: через 1 м (а), через 0,5 м (б); 3 — линии геолого-геохимических разрезов; 4 — буровые скважины; 5 — населенные пункты

Определение содержаний урана в различных составляющих сланцев показало, что фосфатное вещество содержит 30–40 %, органическое — 25–30 %, силикатное — 30 %, 5–10 % находится в самостоятельной минеральной форме — настуране [2].

Пласт собственно ДС разделяется на 3–4 пачки по характерным ассоциациям литотипов. Непостоянство разреза и резкие колебания мощности характерны для западной части Койболово-Гостилицкой площади. В северной приглинтовой зоне по простиранию пласта ДС его мощность на относительно небольшом протяжении изменяется от 2 до 7 м, а несколько восточнее — от 2 до 9 м. В восточной части площади происходит ее плавное изменение в интервале от 2,5 до 4 м. В южной части глубина залегания пласта значительно увеличивается. Если в районе глинта на севере ДС выходят на поверхность, то южнее в 22–25 км они зафиксированы в скважинах на глубинах более 106 м. Урановое оруденение носит хорошо выраженный стратиформный характер с широким распространением по площади развития пласта ДС (рис. 3). Изучение распределения урана по разрезу пласта ДС выявило, что наибольшее его количество сосредоточено в краевых пачках, а в их пределах — в прослоях «массивных» аргиллитов, отличающихся от выше- и ниже залегающих пород, с более высоким содержанием органического вещества. Было установлено также, что распределение урана в диктионемовых сланцах неоднородно не только в вертикальном разрезе, но и по латерали как по падению пласта, так и по простиранию. По падению наблюдается увеличение средних концентраций урана при сокращении

мощности пласта. Средние концентрации урана в пласте ДС возрастают с уменьшением его мощности до 1 м и менее. По простиранию чередуются участки с пониженными и повышенными концентрациями, вплоть до уровня бедных руд.

На Кайболово-Гостилицкой площади по результатам бурения (5200 м) в 96 скважинах методом масс-спектрометрии были определены содержания урана в 580 керновых пробах по всей мощности ДС, включая пачку переслаивания. В 44 % скважин, пройденных на Кайболово-Гостилицкой площади, зафиксированы содержания урана свыше 300 г/т, что учитывается в качестве забалансовых руд. Балансовые рудные концентрации (свыше 500 г/т) выявлены в 10 %. Мощность интервалов с такими величинами — 0,5, редко 1 м.

На рис. 4 отражено распределение содержаний урана на изученной части Кайболово-Гостилицкой площади. В изолиниях показана мощность пласта ДС в метрах. При средней мощности ДС 3,44 м на площади 640 км² среднее содержание урана составляет 174 г/т. Был оценен прогнозный потенциал урана: при указанных параметрах геохимические ресурсы урана в слое составляют 844 710 т.

При более детальном анализе распределения урана в сланцах практически в каждой скважине выделяется часть слоя (преимущественно верхние его части при большой мощности слоя) с содержанием урана свыше 100 г/т. Более высокой концентрацией выделяется другая часть слоя (обычно это пласт диктионемовых сланцев) средней мощностью 2,78 м при среднем содержании урана 201,1 г/т. Геохимические ресурсы

урана в пласте ДС с такими содержаниями составляют 787 153 т.

Принимая во внимание равномерную сеть опробования (4 × 2 км) и стратиформный тип распределения урана, при расчете прогнозных ресурсов кат. Р₃ принят поправочный коэффициент достоверности ($k_1 = 0,7$) и учтен коэффициент на новый тип оруденения ($k_2 = 0,5$). При введении поправочных коэффициентов прогнозных ресурсы урана кат. Р₃ составляют 275 503 т с содержанием 201,1 г/т. В части скважин (44 % от общего количества) содержания превышают 300 г/т на среднюю мощность 0,56 м. Средняя концентрация урана в пласте с такой мощностью составляет 445 г/т. Общее количество его при этой концентрации равняется 325 355 т. С учетом поправочных коэффициентов на достоверность и новый тип оруденения масса забалансового оруденения (> 300 г/т) на Кайболово-Гостилицкой площади оценивается в 113 874 т.

В части скважин в рудных интервалах мощностью 0,5 м содержание урана превышает 500 г/т. В общем объеме они составляют 18 % от забалансовых концентраций, т.е. 20 497 т. Это доля балансового оруденения в пределах Кайболово-Гостилицкой площади.

Таким образом, в результате проведенных в 2012–2014 гг. поисковых работ на Кайболово-Гостилицкой площади, в диктионемовых сланцах установлены концентрации урана балансового и забалансового уровней, что вновь подтвердило высокую потенциальную ураноносность этих пород на территории Ленинградской области. Кроме урана эти породы содержат многие рудные элементы, в том числе такие ценные металлы, как: редкие земли, платиноиды, рений и др., превышающие их кларки земной коры на изучаемой площади на один-два и более порядков.

Кайболово-Гостилицкая поисковая площадь представляет собой уникальное комплексное месторождение забалансовых (в настоящее время) урановых руд и многих сопутствующих рудных элементов. Оно может быть востребовано в будущем для воспроизводства МСБ атомной и ряда других отраслей промышленности России при комплексном извлечении не только урана, но и V, Mo, PЗЭ, а также Re, МПГ (металлы платиновой группы) и других ценных металлов. Поисковым работам должны сопутствовать технологические исследования по комплексному извлечению урана и других ценных компонентов из ДС и фосфоритов пакерортского горизонта Прибалтийского бассейна. Необходимо продолжить исследования по ураноносности и комплексной металлоносности ДС Прибалтийского бассейна, особенно на востоке территории Ленинградской области в междуречье Волхов — Сясь.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Альтгаузен М.Н., Гольдштейн Ц.Л., Давыдова Т.Н.* Урановое оруденение Прибалтики / Месторождения урана СССР. — Т. 2. — Вып. 1. Осадочные месторождения. — М., 1967. — С. 278–319.
2. *Альтгаузен М.Н.* Металлоносные черные сланцы венд-нижнепалеозойского возраста // Oil Shale — Горючие сланцы. — Таллин, 1992. — № 9/3. — С. 194–207.
3. *Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Часть 1. Поздний кембрий и палеозой. Лист 6 (поздний кембрий — ранний тремадок (пакерортское время)). М-б 1:5 000 000 / Гл. ред. А.П. Виноградов.* — М.-Л., 1960.

4. *Басков Е.А., Беленицкая Г.А., Романовский С.И. и др.* Литогенез и минерализация осадочных бассейнов / Под ред. А.Д. Щеглова. — СПб: ВСЕГЕИ, 1998. — 480 с.
5. *Вялов В.И., Миронов Ю.Б., Неженский И.А.* О металлоносности диктионемовых сланцев Прибалтийского бассейна // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2010. — № 5. — С. 19–23.
6. *Вялов В.И., Ларичев А.И., Балахонова А.С.* Рудогенез диктионемовых сланцев и оболовых песчаников Прибалтийского бассейна // Региональная геология и металлогения. — 2013. — № 55. — С. 87–98.
7. *Давыдова Т.Н., Гольдштейн Ц.Л.* Основные закономерности распределения урана в диктионемовых сланцах Прибалтики / Месторождения урана СССР. — Т. 2. — Вып. 1. Осадочные месторождения. — М., 1967. — С. 316–335.
8. *Михайлов В.А., Чернов В.Я., Кушнеренко В.К.* Диктионемовые сланцы Прибалтийского бассейна — перспективный объект промышленного освоения на уран и другие полезные ископаемые // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М.: ВИМС, 2006. — Вып. 149. — С. 92–98.
9. *Наумов Б.Е.* Рений и другие редкие и рассеянные металлы в горючих сланцах Прибалтики и в медномolibденовых рудах Средней Азии как ценный природный ресурс // Тр. Института экономики и управления. — Вып. 4. — Таллин: СИЭУ, 2006. — С. 125–145.
10. *Патент РФ № 2477327.* Способ комплексной переработки углерод-кремнеземистых черносланцевых руд / Г.А. Сарычев, А.П. Денисенко, К.М. Смирнов и др., 2013.

© Коллектив авторов, 2015

Михайлов Виталий Алексеевич // Vitaly_Mikhailov@vsegei.ru
Вялов Владимир Ильич // Vladimir_Vyalov@vsegei.ru
Миронов Юрий Борисович // Yuri_Mironov@vsegei.ru
Искуль Георгий Сергеевич // Georgy_Iskul@vsegei.ru
Лодыгин Александр Николаевич // Aleksandr_Lodygin@vsegei.ru

УДК 550.84.262:842

Мясников А.А., Дундуков Н.Н., Дмитриев А.А. (ФГУП «Урангео» БФ «Сосновгеология»)

АНОМАЛЬНЫЕ ВТОРИЧНЫЕ УРАНОВЫЕ ПОЛЯ — ОСНОВА ЭФФЕКТИВНЫХ ПОИСКОВ СЛАБОПРОЯВЛЕННЫХ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЗАБАЙКАЛЬЕ

*Приведены результаты опытно-методических геохимических работ, выполненных на территории шести рудных районов Забайкалья. Установлена приуроченность вторичных литохимических ореолов рассеяния урана к урановорудным месторождениям. Оценена надежность опробования методом литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния. Выявлено, что вторичные литохимические ореолы урана и коренное урановое оруденение тяготеют к водоразделам и верхним частям склонов, а на площадях, занятых поймами рек, урановорудные объекты отсутствуют. **Ключевые слова:** вторичные ореолы рассеяния урана, природа и механизм формирования ореолов урана, литохимические поиски, водоразделы, склоны, подножья, поймы рек.*

Myasnikov A.A., Dundukov N.N., Dmitriev A.A. (Urango, CF Sosnovgeologiya)

ANOMALOUS SECONDARY URANIUM FIELDS — THE BASIS FOR EFFICIENT SEARCHES SLABOPEREMENNYKH URANIUM DEPOSITS IN TRANSBAIKALIA

Results of experimental-methodical geochemical work performed for the six ore areas of Transbaikalia. Established confinement secondary lithochemical haloes of uranium to uranium ore deposits. Evaluated the reliability of prospecting by the method of geochemical survey on secondary halos RAS sowing.