

УДК 553.495(470.117)

Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс (*Институт Карпинского*)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ УРАНОНОСНОСТИ ЮЖНОГО ОСТРОВА АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ

Проведена оценка перспектив промышленной ураноносности территории Южного острова арх. Новая Земля. Дана характеристика основных урановорудных объектов с оценкой ресурсов. Сделан вывод о возможном выявлении высокопродуктивных урановых месторождений черносланцевого (роннебургского) типа. Даны рекомендации по дальнейшему направлению работ.

Ключевые слова: Южный остров архипелага Новая Земля, уран, металлогения, рудный район, рудопроявления урана.

Yu. B. Mironov, V. Z. Fuks (*Karpinsky Institute*)

COMMERCIAL URANIUM PROSPECTS IN THE YUZHNY ISLAND, NOVAYA ZEMLYA ARCHIPELAGO

The authors assess the commercial uranium prospects in the Yuzhny Island, Novaya Zemlya archipelago and characterize the main uranium ore targets with resource assessment. It is possible to identify highly productive uranium deposits of the black shale (Ronneburg) type here. The authors give recommendations for further works.

Keywords: Yuzhny Island of the Novaya Zemlya archipelago, uranium, metallogeny, ore district, uranium ore occurrences.

Для цитирования: Миронов Ю. Б., Фукс В. З. Перспективы промышленной ураноносности Южного острова архипелага Новая Земля // Региональная геология и металлогения. – № 98. – С. 70–77.

Насущной проблемой оценки потенциала ураноносности Арктической зоны России является полная ревизия всех известных рудоносных площадей, характеризующихся наличием промышленных типов урановой минерализации [9]. Институт Карпинского и Севморгеология неоднократно (2007, 2009, 2022, 2023 гг.) выдвигали предложения о постановке работ по выделению площадей под поиски промышленных месторождений урана с оценкой прогнозных ресурсов категорий в Рогачевско-Тайнинском потенциальном рудном районе Южного острова арх. Новая Земля.

Перспективы островных территорий Новой Земли (одного из важнейших секторов Арктической зоны) на обнаружение промышленно значимых урановорудных объектов связываются с наличием в регионе потенциально рудоносных структур, к которым, в первую очередь, относятся структуры типа «пограничные зоны» (по А. А. Смыслову). Пограничные зоны Новоземельского района приурочены к зонам взаимодействия разнотипных блоков докембрийского фундамента с достаточно зрелой континентальной корой и корой переходного типа. Наиболее перспективной структурой Новоземельского района с установленными урановорудными объектами является зона Байдарацкого разлома, пересекающая с юго-востока на северо-запад Южный остров архипелага [1; 7].

В пределах зоны установлено широкое развитие черносланцевых образований трех уровней – верхнего протерозоя, нижнего карбона и нижней перми. Наиболее древние отложения, предположительно позднепротерозойские (группа терригенных и черносланцевых формаций), сохранились в тектоническом блоке в центре антиклинория, вблизи прол. Карские Ворота. В их составе преобладают песчаники и сланцы, в том числе углеродсодержащие. Данные об их ураноносности отсутствуют.

Вышележащие отложения (группа терригенно-карбонатных и карбонатных формаций), отделенные угловым и стратиграфическим несогласием, представлены в основном толщами карбонатных пород с прослоями глинистых сланцев, алевролитов и кремнистых пород. Мощность этой толщи достигает 5000 м, а охватываемый ею возрастной интервал датируется ордовиком – средним девонем. Верхнедевонские образования (терригенно-вулканогенная формация) распространены в тектонических блоках на крыльях антиклинория и нередко сопровождаются медным оруденением.

Выше залегают ураноносные черные сланцы рогачевской свиты мощностью 50–120 м [7]. Разрез палеозоя завершается карбонатно-глинистой черносланцевой марганценосной пачкой нижней перми, сложенной черными углеродсодержащими

аргиллитами и алевролитами, переслаивающимися с родохрозитовыми рудами. Мощность ее – от 150 до 500 м.

Практически все перспективные урановорудные объекты Байдарацкой пограничной зоны сосредоточены в локальных структурах Рогачевско-Тайнинского района, расположенного в прибрежной части Баренцева моря недалеко от пос. Белушья Губа (рис. 1).

Первые радиоактивные аномалии в пределах Рогачевско-Тайнинского района были обнаружены в 1975 г. экспедицией 10 объединения Союзгидроспецгеология – в береговом обрыве руч. Посуднинский [4]. В сланцах рогачевской свиты нижнего карбона вскрыто рудное тело с содержанием урана 0,134%, а на прилегающей территории несколько контрастных радиоактивных аномалий. Углеродисто-глинисто-кремнистые сланцы обладают повышенными содержаниями U (до 0,03 г/т)

и сопутствующих элементов: Ag (до 200 г/т), Au (0,1–0,3 г/т), Zn, Ni, V (0,1–1,0%), Mo (до 0,25%), As (0,1–0,2%) [3].

В дальнейшем за период 1975–1984 г. при проведении геологосъемочных работ масштаба 1 : 1 000 000 в черных сланцах рогачевской свиты (C₁) на протяжении более чем 150 км были выявлены многочисленные радиоактивные аномалии, ряд из которых в результате поисково-оценочных работ был переведен в разряд перспективных рудопроявлений (Олень, Посуднинское, Северо-Тайнинское, Рогачевское, Южное и др.).

Урановое оруденение Рогачевско-Тайнинского района относится к генетическому типу осадочно-метаморфогенных месторождений в черных сланцах (урановая углеродисто-сланцевая рудная формация). Она образовалась за счет первично-осадочного накопления урана, но связана с процессами мобилизации и перераспределения урана

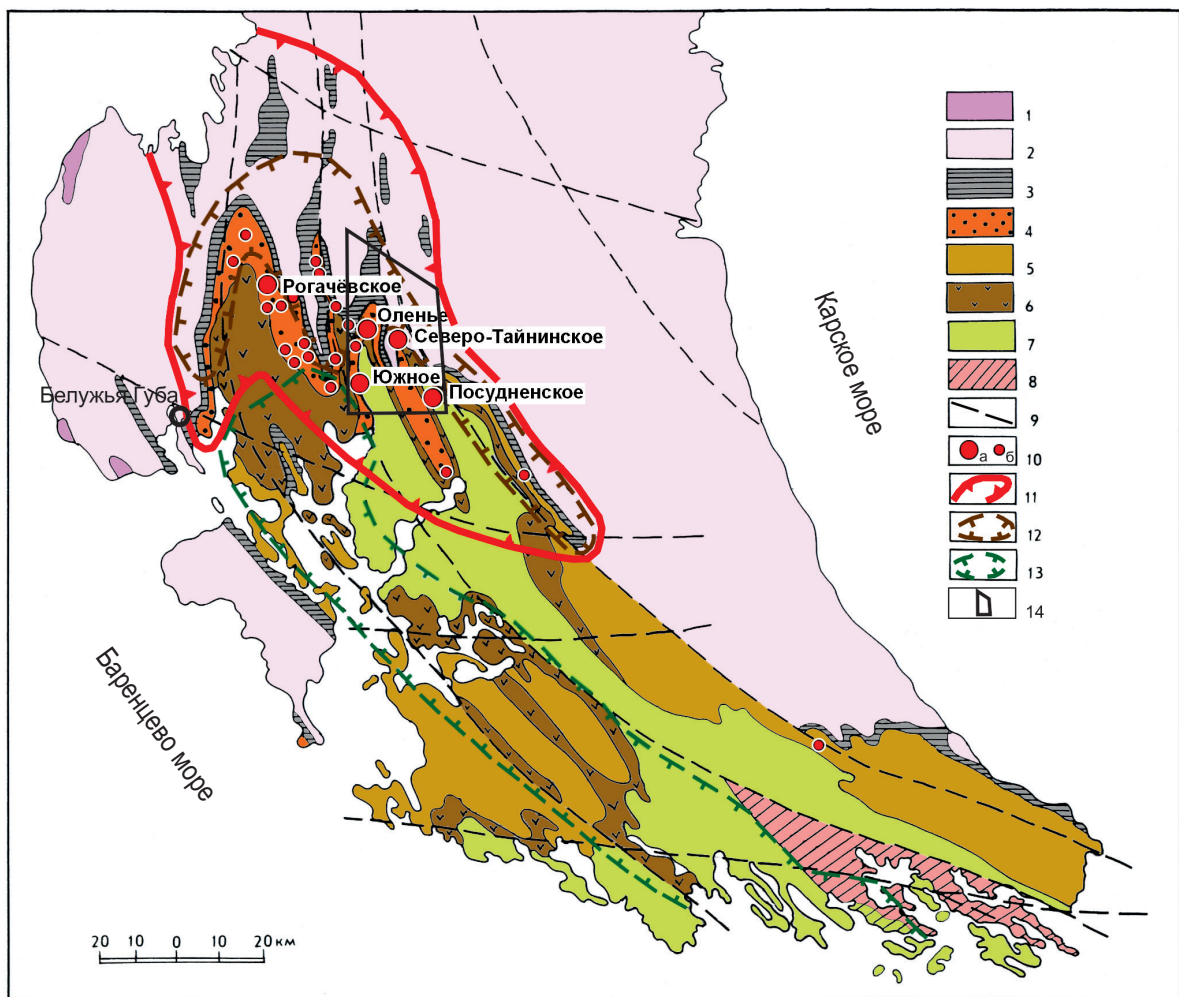


Рис. 1. Схема структурно-формационного и металлогенического районирования Южного острова арх. Новая Земля [4]

Формации осадочных и вулканогенных пород: 1 – прибрежно-морская терригенная триаса; 2 – группа морских терригенных формаций верхней перми; 3 – морская черносланцевая карбонатно-глинистая марганценовая нижней перми; 4 – морская черносланцевая глинисто-кремнистая ураноносная нижнего карбона; 5 – группа морских кремнисто-терригенно-карбонатных и карбонатных формаций верхнего девона – среднего карбона; 6 – прибрежно-морская терригенно-вулканогенная меденосная верхнего девона; 7 – группа прибрежно-морских и морских терригенно-карбонатных и карбонатных формаций ордовика – среднего девона; 8 – группа морских терригенных и черносланцевых формаций верхнего протерозоя; 9 – разломы; 10 – рудопроявления (а) и проявления (б) урановой минерализации; 11 – Рогачевско-Тайнинский потенциально урановорудный район; 12 – область развития марганцевого оруденения; 13 – область развития медного оруденения; 14 – Посуднинская антиклиналь (рис. 5)

термальными трещинно-пластовыми водами на стадии ката-метаморфогенного и гидротермального преобразования пород (сведения по ураноносности, условиям локализации, геологическому строению, вещественному составу и ресурсам урановорудных объектов Рогачевско-Тайнинского района приводятся на основе отчетных материалов Полярной морской геологоразведочной экспедиции (ПМГЭ) ПГО «Севморгеология» за 1984–1990 гг., отчетов и публикаций сотрудников Института Карпинского и ФГБУ «ВНИИ-Океангеология»).

Специфические черты литолого-структурного контроля, характер дорудных и околорудных изменений и минералого-геохимические особенности уранового оруденения Южного острова арх. Новая Земля весьма сходны с промышленным урановым оруденением роннебургского типа Саксо-Тюрингской металлогенической провинции (Германия) [3; 5] (рис. 2).

Роннебургские месторождения урана относятся к категории крупнейших урановых объектов мира. В пределах Роннебургского рудного поля площадью в 100 км² выявлено 13 месторождений

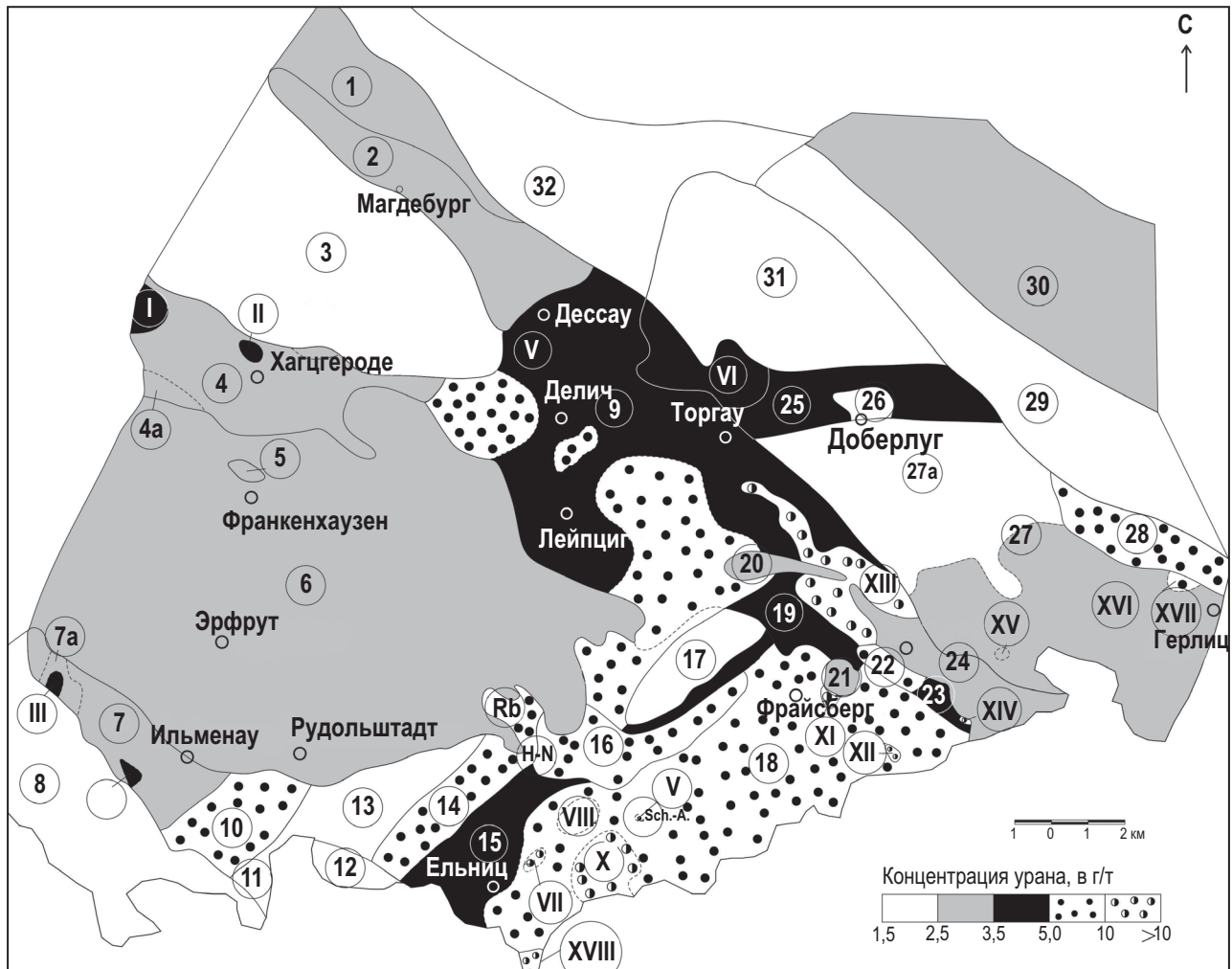


Рис. 2. Схема ураноносности важнейших геологических структур и массивов гранитоидов в пределах Саксо-Тюрингской металлогенической провинции [2]

Геологические структуры: 1 – мульда Кальвёрте; 2 – поднятие Флехтинген-Рослау; 3 – субгерцинская мульда; 4 – выступ Гарц; 4а – Ильфельдский бассейн; 5 – выступ Киффхойзер; 6 – Тюрингская мульда; 7 – выступ Тюрингский Лес; 7а – Рульское поднятие; 8 – Франконская мульда; 9 – Северо-Саксонская вулканогенная область; 10 – Шварцбургское поднятие; 11 – Штокгеймский бассейн; 12 – Франкенвальдская поперечная зона; 13 – Цигенрюкская мульда; 14 – Восточно-Тюрингское поднятие (Бергасская антиклиналь); 15 – Фогтландская синклиналь; 16 – Рудногорский бассейн; 17 – Гранулитовагорский массив; 18 – Пихтоагорско-Рудногорский антиклинорий; 19 – Носсен-Вилдрюфские сланцевые горы; 20 – Мюгельнская мульда; 21 – Тарандтов Лес; 22 – Деленский бассейн; 23 – Эльбталские сланцевые горы; 24 – Эльбталский грабен; 25 – Доберлугская синклиальная зона; 26 – Доберлугская мульда; 27 – Лаузицкий массив; 27а – Радебург-Каменецие граувакковые горы; 28 – Герлицкие сланцевые горы; 29 – Нижнелаузитская ступень; 30 – Миттенвальдская ступень; 31 – Бухгольцкая ступень; 32 – Южно-Альтмааркская ступень.

Гранитные массивы: I – Брокен, II – Рамберг, III – Рула, IV – Зуль, V – Делич, VI – Претч-Преттин, VII – Берген, VIII – Кирхберг, IX – Айбеншток, X – Ахе, XI – Нидербобрич, XII – Шеллерхау, XIII – Майссен, XIV – Маркерсбах, XV – Штольпен, XVI – Лаузитц, XVII – Кенигсхайн, XVIII – Брамбах.

Урановорудные поля: Rb – Роннебургское, Sch – А-Шлема-Альберода, Н-Н – Хауптманнсрюн-Ноймарк

урана (рис. 3), наиболее крупные из которых Шмирхуа – 77,41 тыс. т, Пайтцдорф – 29,0 тыс. т, Биервальде – 23,6 тыс. т, Цейс Белденхайн – 16,0 тыс. т, Лихтенберг – 14,0 тыс. т. Суммарные запасы урана – 200,2 тыс. т при среднем содержании 0,12%. Площадная продуктивность – 2000 т/км² [5].

В геологическом строении Роннебургского рудного поля принимают участие породы от докембрия до кайнозоя. Особое место занимает так называемая

продуктивная толща, вмещающая практически все рудные тела урановых месторождений.

К ней относят породы от нижнего ордовика до нижнего карбона включительно. Промышленные месторождения совместно с мелкими объектами урана связаны с углеродистыми сланцами силура и контактирующими с ними породами (рис. 4).

Мощность продуктивной толщи составляет 800 м и более. Аномальные поля и отдельные аномалии повышенной радиоактивности отмечаются практи-

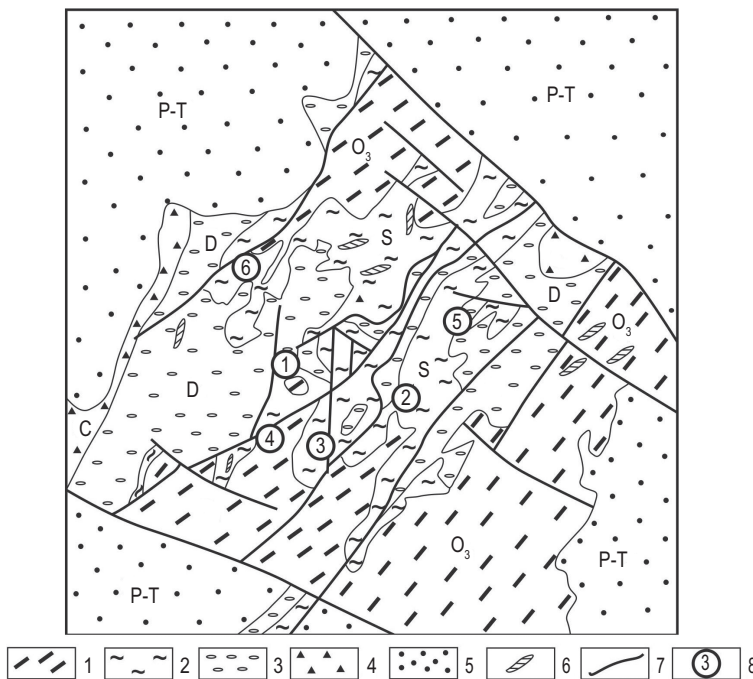


Рис. 3. Структурная схема Роннебургского рудного поля (положение рудного поля показано на рис. 2). Масштаб 1 : 200 000 [5]

1 – сланцы верхнего ордовика; 2 – силурийские породы; 3 – отложения девона; 4 – отложения карбона; 5 – отложения пермо-триаса; 6 – дайки керсантитов; 7 – разрывные нарушения; 8 – месторождения урана: 1 – Шмирхуа, 2 – Пайтцдорф, 3 – Ройст, 4 – Лихтенберг, 5 – Северо-Восточный Роннебург, 6 – Северо-Западный Роннебург

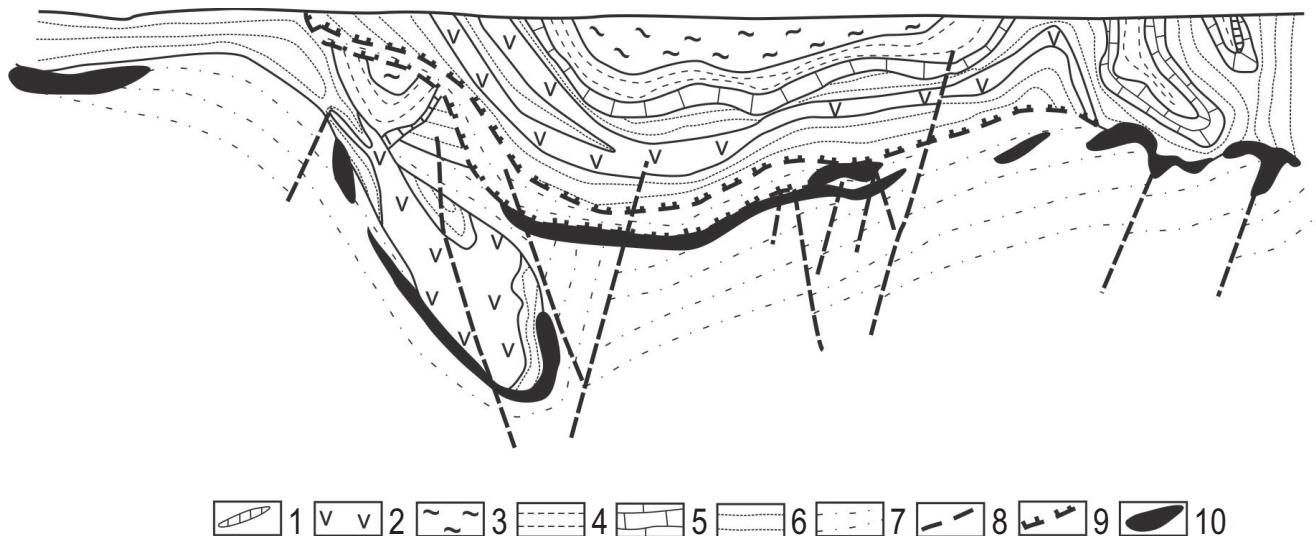


Рис. 4. Схематический разрез уранового месторождения Ройст (Роннебургское рудное поле) [5]

1 – дайки керсантитов; 2 – диабазы; 3–6 – ордовик: 3 – глинистые и известково-глинистые сланцы, 4 – углисто-глинистые сланцы, 5 – доломитизированные известняки, 6 – углисто-кремнистые сланцы; 7 – силур, слюдяно-глинистые сланцы; 8 – послескладчатые разрывы; 9 – чешуйчатые надвижки с тектоническими пластинами девонских пород; 10 – рудные залежи

чески повсеместно на выходах отложений силура на современную дневную поверхность. При этом повышенные значения активности 100–150 мкР/ч и более приурочены к участкам развития разнориентированных (в т. ч. надвигового типа) нарушений или к контактам различных пород с силурийскими отложениями.

По мнению В. И. Малышева и К. Т. Савельевой [6], длительное и сложное формирование урановых месторождений Роннебургского рудного поля, происходившее при участии и взаимодействии осадочно-метаморфогенных, гипергенных и эндогенных рудоформирующих процессов, обусловило их уникальность и позволяет отнести эти месторождения к полигенно-полихронному типу. Уникальность урановорудных объектов определяет их следующими особенностями:

- наличие сингенетических накоплений урана (ураноносная углеродисто-сланцевая формация силура) – основного потенциального источника металла промышленных руд;

- сложное геологическое строение рудного поля (сочетание сложных складок с надвигами, оползнями и разнонаправленными нарушениями), приведшее к многократному повторению в разрезе ураноносных сланцев, а, следовательно, и к сосредоточению больших количеств сингенетического урана на ограниченной площади с интенсивными тектоническими нарушениями;

- мобилизация урана из ураноносных сланцев в результате неоднократного проявления экзогенных и эндогенных рудоконцентрирующих процессов;

- дополнительное поступление урана при последующих стадиях гидротермальной деятельности.

Эти же особенности формирования месторождений урана во многом применимы и к урановорудным объектам Рогачевско-Тайнинского района.

В пределах Южного острова Новоземельского архипелага Посуднинская антиклиналь (рис. 5) вмещает наиболее значимые из известных в Рогачевско-Тайнинском районе рудопроявления урана: Посуднинское, Северо-Тайнинское-2 (Малютка) и Олень.

Черные сланцы рогачевской свиты нижнего карбона характеризуются отчетливой геохимической специализацией: U, Se, Bi, Mo, Sb, As, Ag и V [3]. Установленное в них урановое оруденение сопряжено с эпигенетической сульфидной минерализацией. Содержания урана в рудах варьируют от 0,005 до 0,025%, максимальные – 0,04–0,06%, до 1,5%, сопровождаясь высокими концентрациями Ni (до 1%), V (до 1–2%), Zn (до 0,7%), Cu (до 0,3%), Mo (до 0,3%), As (до 0,3%) и других элементов. Наиболее богатыми являются урановые руды брекчиевидной текстуры, в обломочном материале которых развиты минералы настурран-иордизитовой ассоциации, а в халцедон-кварц-карбонатном цементе – коффинит в ассоциации с анкерит-сидеритом, альбитом, шамозитом и апатитом [4]. С брекчиевидными рудами урана связаны максимальные концентрации элементов-спутников: Ni, Co, Cu, As, Sb, а также порообразую-

щих Na, Ca, Mg. Последние три элемента связаны, по-видимому, с наложением предрудного щелочно-магнезиально-карбонатного метасоматоза.

Руды вкрапленные, гнездово-вкрапленные. Рудоносные участки характеризуются протяженностью в первые сотни метров (до 1000 м), шириной от 30 до 300 м. В пределах рудоносных зон устанавливается от 5 до 8 рудных тел. Мощность рудных тел изменчива – от 0,1 до 1 м и более, протяженность – первые десятки метров.

Возраст оруденения, полученный U/Pb методом, 180–200 млн лет. Данный возрастной интервал соответствует заключительному этапу ранне-кimmerийского тектогенеза, что хорошо коррелируется с геологическими данными.

На участке **рудопроявления Олень** (14 км²) рудоносные горизонты прослежены бурением на глубину 200–220 м, в т. ч. за пределы зоны окисления. Высокие концентрации урана (свыше 0,5%) установлены как в поверхностных горных выработках, так и в буровых скважинах, вскрывающих первичные настурран-коффинитовые руды. Расчеты, выполненные специалистами ПМГЭ, показали, что содержание урана на глубине может оказаться выше, чем на поверхности, где значительная часть урана вынесена, а руды разубожены. Наибольший интерес представляют рудоносные зоны, связанные с субгласными зонами трещиноватости и окварцевания в яшмовидных силицилах, образующие три уровня накопления урана (рис. 6).

На **участке Малютка** (5 км²) Северо-Тайнинского рудопроявления проведены поисково-радиометрические работы масштаба 1 : 10 000, в т. ч. 16 буровых скважин и серия канав. Участок сложен песчаниками и аргиллитами моллеровской, марганецсодержащими глинисто-карбонатными породами казаркинской свит перми, известняками миленской и кремнистыми породами рогачевской свит каменноугольного возраста. Вмещающая урановое оруденение рогачевская свита раннего карбона разделена на две подсвиты. Нижняя сложена углеродисто-глинистыми сланцами, верхняя образует две пачки: в основании яшмовидные углеродистые силицилы, в верхней – тонкозернистые силицилы (рис. 7).

Практически все проявления урановой минерализации и интенсивные радиоактивные аномалии выявлены при проведении буровых работ. Основным рудовмещающим горизонтом является верхний уровень. Аномалии здесь наиболее контрастны, достигают значений 1740 мкР/ч, содержания урана – от 0,012 до 0,182%. Наиболее крупное рудное тело прослежено вдоль оси локальной антиклинали Малютка на 600 м при ширине от 50 до 300 м и мощности 0,5–1,5 м.

Основная рудная минеральная ассоциация: настурран-коффинит-иордизитовая сформировалась на стадии катагенеза – начальных этапов метазенеза. Коффинит и настурран образуют неравномерную вкрапленность по сланцеватости, скопления в седловидных частях микроскладок и сутуро-стилллитовых швов. В парагенезисе с урановыми

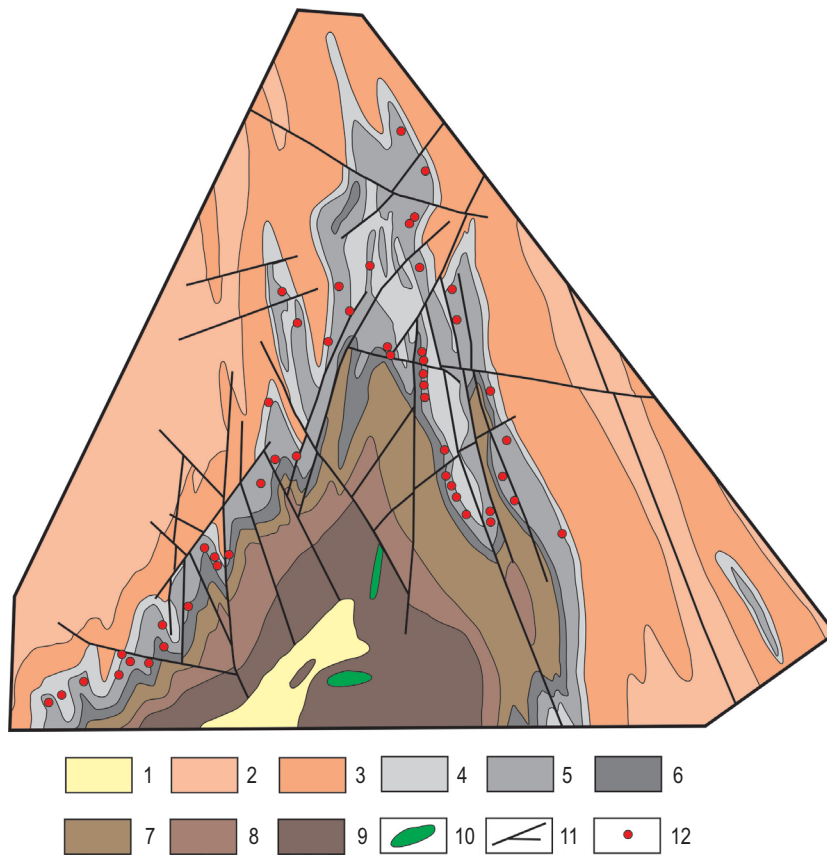


Рис. 5. Схематическая геологическая карта Посуднинской антиклинали с данными по ураноносности. Масштаб 1 : 50 000 (положение антиклинали показано на рис. 1)

1 – четвертичные отложения: супеси, суглинки; 2 – пермь, верхний отдел, велушинская свита: серые песчаники с прослоями алевролитов; 3 – пермь, нижний–средний отделы, соколовская свита: темно-серые аргиллиты, алевролиты, родохрозитовые породы; 4 – карбон, нижний отдел, милинская свита: известняки; 5 – карбон, нижний отдел, рогачевская свита, верхняя пачка: темно-серые углеродисто-глинисто-кремнистые породы; 6 – карбон, нижний отдел, рогачевская свита, нижняя пачка: переслаивание фтанитов и кремнистых аргиллитов; 7 – девон, ведегская свита: серые известковистые алевролиты с прослоями известняков; 8 – девон, верхний отдел, песцовская свита: черные известковистые аргиллиты с прослоями известняков; 9 – девон, верхний отдел, рейская свита: песчаники, известняки, базальты и их туфы; 10 – позднедевонские долериты; 11 – разломы; 12 – радиоактивные аномалии

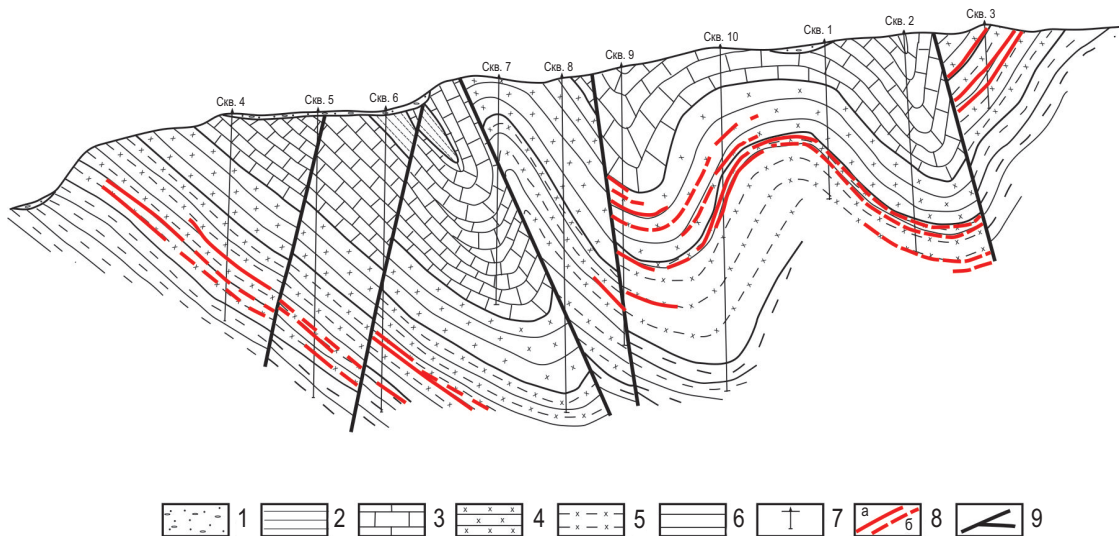


Рис. 6. Рудопроявление Олень. Геологический разрез с данными по ураноносности. Масштаб горизонтальный и вертикальный 1 : 2000 (по материалам Западно-Арктической поисково-съемочной партии)

1 – четвертичные отложения: супеси, суглинки; 2 – пермские отложения, соколовская свита: аргиллиты, алевролиты, песчаники, родохрозитсодержащие породы; 3–6 – каменноугольная система, нижний отдел: 3 – милинская свита: известняки, глинистые известняки, 4 – рогачевская свита, верхняя пачка: кремнистые породы, 5 – рогачевская свита, средняя пачка: яшмовидные углеродисто-кремниевые породы, 6 – рогачевская свита (нижняя пачка: углеродистые аргиллиты); 7 – буровые скважины; 8 – рудные тела: а – установленные, б – предполагаемые; 9 – разломы

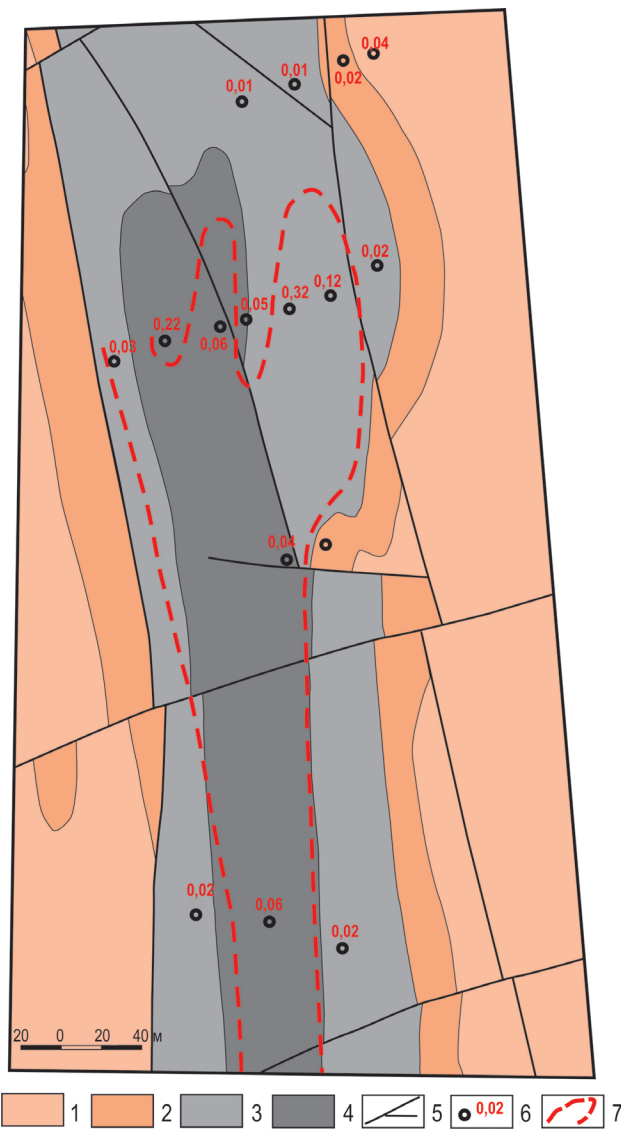


Рис. 7. Схематический геологический план участка Малютка рудопроявления Северо-Тайнинское. Масштаб 1 : 5000. Положение рудопроявления показано на рис. 1

1 – пермь, моллеровская свита: аргиллиты, алевролиты, черные мелкозернистые песчаники; 2 – пермь, казаркинская свита: аргиллиты, родохрозиты, кремнистые породы; 3 – карбон, милинская свита: известняки, кремнистые известняки; 4 – карбон, рогачевская свита, верхняя подсвита: темно-серые углеродисто-глинисто-кремнистые сланцы; 5 – разломы; 6 – скважины, среднее содержание урана; 7 – проекция рудного тела на поверхность

минералами повсеместно развиваются иордизит и фемолит. При раннеметагенетических изменениях углеродисто-кремнистых пород возникла сульфидная ассоциация – сфалерит, никель-кобальтсодержащий пирит, халькопирит, миллерит, герсторфит [8]. На стадии гипергенеза в урансодержащих породах образуются урановые слюдки торберитцеинеритового ряда и молибдаты урана. В рудах совместно с ураном в аномально повышенных концентрациях присутствуют Mo, V, Cu, Ag, Zn, As.

В юго-восточной части Рогачевско-Тайнинского района выделено восемь близких по структурно-геологическим условиям локализации и масштабам концентрации урановых руд проявления Ма-

лютка рудоносных участков с суммарными ресурсами (P_2) 3300 т.

Урановое оруденение в связи с черными сланцами рогачевской свиты является полихронным [4]. В первый, позднепалеозойский этап сформировалось относительно бедное стратиформное урановое оруденение, представленное диспергированными окислами урана, распределение которых контролировалось складчатостью высоких порядков и мелкими нарушениями типа сутурстолитовых швов. Со вторым, раннемезозойским этапом связывается образование относительно богатого и комплексного (Cu, Ni, Co и др.) уранового оруденения брекчиевидной текстуры.

Прогнозные ресурсы урана всего Южно-Новоземельского района площадью 27 000 км², вмещающего Рогачевско-Тайнинские ураноносные структуры, оценены в 100 тыс. т по категории P_3 , утвержденных Протоколом № 10 секции УС ФГУП «ВИМС» (2008 г.).

Следует отметить, что уранопроявления Новой Земли практически выпали из государственного учета. Приведенная выше оценка прогнозных ресурсов по объектам не апробирована в территориальных органах РФ. В капитальной опубликованной работе ВИМСа «Уран российских недр» эти объекты не упомянуты [10].

С учетом того, что на Южном острове Новой Земли известны значительные ресурсы дефицитного марганцевого, медного и флюоритового оруденения, а также наличие крупного Павловского месторождения полиметаллических руд [1], рассматриваемая площадь представляет весьма перспективную для комплексного изучения и промышленного освоения данной территории Арктической зоны Российской Федерации. Утвержденная Правительством РФ в августе 2022 г. «Программа освоения Арктической зоны РФ на период до 2035 года» одной из главных задач определяет изучение минерально-сырьевой базы региона. В связи с этим изучение урановых объектов Южного острова Новой Земли с выделением перспективных площадей и оценкой прогнозных ресурсов представляет собой современную актуальную задачу российской геологии. На всей территории Рогачевско-Тайнинского района рекомендуется проведение ГС и ГМК-200 с прогнозно-поисковыми на уран работами масштаба 1 : 50 000.

Приведенный фактический материал по Рогачевско-Тайнинскому району позволяет высоко оценить перспективы его промышленной ураноносности с возможным выявлением промышленных урановых месторождений черносланцевого (роннебургского) типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каленич А. П., Орго В. В., Семенов Ю. П. Полезные ископаемые архипелага Новая Земля // Разведка и охрана недр. – 2002. – № 9. – С. 14–20.
2. Кушнеренко В. К. Геохимические критерии ураноносности продуктивной черносланцевой толщи

Саксо-Тюрингской провинции, ГДР // КНТС «Материалы по геологии месторождений урана». Вып. 71. – М., 1982.

3. Кушнеренко В. К. Геохимические особенности уранового оруденения в черных сланцах Новой Земли // КНТС «Материалы по геологии месторождений урана». – Вып. 90. – М., 1984.

4. Кушнеренко В. К. Особенности радиогеохимии и радиоэкологические аспекты Саксо-Тюрингии (Германия) / В. К. Кушнеренко, А. М. Карпунин, Ю. Б. Миронов. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2015. – 131 с.

5. Кушнеренко В. К. Урановое оруденение Новой Земли // КНТС «Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов». Вып. 153. – М., 2009.

6. Малышев В. И., Савельева К. Т. Урановые месторождения Роненбургского рудного поля // Специальные вопросы атомной науки и техники. Серия геология и горное дело. – 1985. – Вып. 2.

7. Новая Земля и остров Вайгач. Геологическое строение и минерагения. – СПб. : ВНИИОкеангеология, 2004. – 176 с.

8. Смыслова И. Г., Шульга Ю. Д. Минералогическая характеристика уранового оруденения в углеродисто-кремнистых сланцах Новой Земли // КНТС «Материалы по геологии месторождений урана». Вып. 71. – М., 1982.

9. Харламов М. Г., Фукс В. З., Афанасьева Е. Н. Ураноносность Арктической зоны России // Региональная геология и металлогения. – 2007. – № 32. – С. 108–120.

10. Шумилин М. В. Ураноносность черных сланцев и «забытые» рудопоявления Новой Земли // Разведка и охрана недр. – 2021. – № 12. – С. 8–15.

uranium content of the productive black shale strata of the Saxo-Thuringian province, GDR]. *A collection of CSTS «Materials on the geology of uranium deposits»*. Iss. 71. Moscow, 1982.

3. Kushnerenko V. K. Geokhimicheskie osobennosti uranovogo orudneniya v chernykh slantsakh Novoy Zemli [Geochemical features of uranium mineralization in the black shales of Novaya Zemlya]. *A collection of CSTS «Materials on the geology of uranium deposits»*. Iss. 90. Moscow, 1984.

4. Kushnerenko V. K., Karpunin A. M., Mironov Yu. B. Osobennosti radiogeokhimii i radioekologicheskie aspekty Sakso-Tyuringii (Germaniya) [Features of radiogeochemistry and radioecological aspects of Saxo-Thuringia (Germany)]. St. Petersburg, VSEGEI, 2015, 131 p.

5. Kushnerenko V. K. Uranovoe orudnenie Novoy Zemli [Uranium mineralization of Novaya Zemlya]. *A collection of CSTS «Materials on the geology of uranium metals»*. Iss. 153. Moscow, 2009.

6. Malyshev V. I., Savelyeva K. T. Uranovye mestorozhdeniya Ronenburgskogo rudnogo polya [Uranium deposits of the Ronenburg ore field]. *Special questions of atomic science and technology. Geology and mining series*, 1985, iss. 2.

7. Novaya Zemlya i ostrov Vaygach. Geologicheskoe stroenie i minerageniya [Novaya Zemlya and Vaigach Island. Geological structure and minerageny]. St. Petersburg, Vniiokeangeology, 2004, 176 p.

8. Smyslova I. G., Shulga Yu. D. Mineralogicheskaya kharakteristika uranovogo orudneniya v uglerodisto-kremnistykh slantsakh Novoy Zemli [Mineralogical characteristics of uranium mineralization in carbonaceous-siliceous shales of Novaya Zemlya]. *A collection of CSTS «Materials on the geology of uranium deposits»*. Iss. 71. Moscow, 1982.

9. Kharlamov M. G., Fuks V. Z., Afanasyeva E. N. Uranonosnost' Arkticheskoy zony Rossii [Uranium potential of the Russia's Arctic zone]. *Regional Geology and Metallogeny*, 2007, no. 32, pp. 108–120.

10. Shumilin M. V. Uranonosnost' chernykh slantsev i «zabytye» rudoproyavleniya Novoy Zemli [Uranium potential of black shales and «forgotten» ore occurrences of the Novaya Zemlya]. *Mineral Exploration and Protection*, 2021, no. 12, pp. 8–15.

REFERENCES

1. Kalenich A. P., Orgo V. V., Semenov Yu. P. Poleznye iskopaemye arhipelaga Novaya Zemlya [Minerals of the Novaya Zemlya archipelago]. *Mineral Exploration and Protection*, 2002, no. 9, pp. 14–20.

2. Kushnerenko V. K. Geokhimicheskie kriterii uranonosnosti produktivnoy chernoslantsevoy tolshchi Sakso-Tyuringiskoy provintsii, GDR [Geochemical criteria for the

Mironov Yuriy Borisovich – доктор геол.-минерал. наук, зав. отделом. <Yuri_Mironov@karpinskyinstitute.ru>
Fuks Vladimir Zinovievich – вед. специалист. <Vladimir_Fuks@karpinskyinstitute.ru>

Mironov Yuriy Borisovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department.
<Yuri_mironov@karpinskyinstitute.ru>

Fuks Vladimir Zinovievich – Leading Expert. <Vladimir_Fuks@karpinskyinstitute.ru>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (Институт Карпинского). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

All-Russian Geological Research Institute of A. P. Karpinsky (Karpinsky Institute). 74 Sredny Pr., St. Petersburg, Russia, 199106.