

уже сейчас могут рассматриваться в качестве объектов добычи открытым способом или с применением ПВ малыми предприятиями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Долгушин А.П., Кочкин Г.Б., Румянцев Н.Н. Месторождения «типа несогласий» на Енисейском кряже // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М., 2001. — Вып. 143. — С. 52–61.
2. Долгушин А.П., Рубинов И.М., Макарова Т.А., Арзамасова Г.М. Некоторые особенности размещения гидрогенного уранового оруденения в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты: Матер. региональной конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. — Томск, 2000. — С. 98–100.
3. Долгушин А.П., Румянцев Н.Н. Золото-урановое оруденение «типа несогласий» на западе Сибирской платформы (Енисейский кряж и Восточный Саян) / Уран на рубеже веков: природные ресурсы, производство, потребление: Тр. Междунар. симпозиума по геологии урана — М., 2002. — С. 197–205.
4. Долгушин А.П., Черкасов Г.Н. Перспективы выявления богатого уранового и золото-уранового оруденения в Северо-Енисейском и Восточно-Саянском регионах / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири и прилегающих территорий: Матер. науч.-практ. конф. — Красноярск: Красноярскгеолсъемка, 2007. — С. 239–245.
5. Рубинов И.М., Шевцова Н.А. Ураноносность Центральной Сибири: Докладная записка. — Министерство природных ресурсов Российской Федерации, ФГУП «Урангео», СФ «Березовгеология», ОФ СФ «Березовгеология».

© Долгушин А.П., Царук И.И., 2015

Долгушин Александр Павлович // dolgushin1960@mail.ru  
Царук Иван Иванович // tsaruk@urangeo.ru

УДК 553.041

**Алтунин О.В.<sup>1</sup>, Митрофанов Е.А.<sup>2</sup>, Расулова С.Д.<sup>1</sup>,  
Кокочкин А.А.<sup>3</sup>, Дзядок С.А.<sup>2</sup>, Никитина Е.С.<sup>1</sup>,  
Прохоров Д.А.<sup>1</sup> (1 — ФГУП «ВИМС», 2 — ФГУП  
«Урангео» БФ «Сосновгеология», 3 — Институт  
тектоники и геофизики ДВО РАН им. Ю.А. Косыгина)**

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ГИДРОГЕННЫХ УРАНО- ВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

*Предлагается увеличить минерально-сырьевой потенциал урана в России за счет новых перспективных площадей Витимского урановорудного района и юга Дальнего Востока с выявлением наиболее благоприятного типа гидрогенных месторождений, связанных с палеорусловыми структурами. Выделены перспективные районы и предложено проведение на них опережающих геолого-геофизических, поисковых и поисково-оценочных работ. **Ключевые слова:** гидрогенные месторождения, палеорусловые структуры, зона пластового окисления.*

Altunin O.V.<sup>1</sup>, Mitrofanov E.A.<sup>2</sup>, Rasulova S.D.<sup>1</sup>, Kokovkin A.A.<sup>3</sup>, Dzyadok S.A.<sup>2</sup>, Nikitina E.S.<sup>1</sup>, Prokhorov D.A.<sup>1</sup> (1 — VIMS, 2 — Urangeo CF Sosnovgeologiya, 3 — Institute of Tectonics and Geophysics FEB RAS Y.A. Kosygin)

#### **PROSPECTS OF REVEALING HYDROGENIC URANIUM DEPOSITS IN SIBERIA AND THE FAR EAST**

*It is proposed to increase the mineral resource potential of uranium in Russia due to new prospective areas Vitim uranium ore district and the south of the Far East with the identification of the most favorable type of hydrogenic deposits associated with*

*paleo riverbed structures. They were identified perspective areas and proposed them leading geological, geophysical and prospecting and prospect evaluation survey. **Key words:** hydrogenic deposits, paleo riverbed structure, bed oxidation zone.*

С середины прошлого века в ходе активного развития в мире геологоразведочных работ на уран определился широкий спектр геолого-промышленных типов месторождений, среди которых наиболее эффективным для освоения явился экзогенно-эпигенетический (гидрогенный) в рыхлых осадочных формациях с объектами, пригодными для отработки способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Месторождения этого геолого-промышленного типа характеризуются самыми экономичными показателями по себестоимости получения урана. В настоящее время Республика Казахстан, являющаяся лидером по объему его производства, добывает способом СПВ 22 тыс. т металла в год, что составляет третью часть мировой производительности.

В СССР к началу 1960-х годов усилиями Красноярского ПГО Первого главка Мингео СССР при активном участии отраслевых и академических НИИ и в первую очередь ВИМСа были разработаны теоретические основы формирования гидрогенных месторождений, методология их выявления и произведена прогнозная оценка Кызылкумского региона с составлением комплекта погоризонтных карт, основным элементом которых были области развития зон пластового окисления с предполагаемым урановым оруденением на их фронтальных границах. Реализация прогнозных построений сначала в Кызылкумском, а затем Сырдарьинском и Чу-Сарысуйском регионах привела к становлению крупнейшей в мире Притяньшанской мегапровинции с крупными и средними по масштабу пластово-инфильтрационными месторождениями в нелигифицированных мезозойско-кайнозойских отложениях Туранской плиты.

После распада Союза эта уникальная мегапровинция с ее отдельными рудными районами отошла к Республикам Казахстан (Чу-Сарысуйская и Сырдарьинская провинции) и Узбекистан (Кызылкумская провинция), а на территории России остались лишь несколько районов со средними и мелкими по масштабу объектами главным образом палеоруслового типа.

В центральных районах европейской части РФ известны Брикетно-Желтухинское и Бельское месторождения в угленосных формациях, характеризующиеся низкими концентрациями урана и сложными геотехнологическими условиями. На Токмовском своде расположено урано-битумное Репьевское месторождение в карбонатных породах среднего масштаба, находящееся в пределах природоохранной территории.

В Предуралье в пермских отложениях ранее выявлены мелкие Ефремовское, Виноградовское и Черепановское месторождения, оруденение которых локализуется в слабопроницаемых глинисто-алевролитопесчаных отложениях и непригодно для освоения способом СПВ. В южной части региона, в неогеновых отложениях Калмыкии оценено небольшое Балковское месторождение с низкими концентрациями урана

(около 0,01–0,02 %) и разрозненным распределением в разрезе рудовмещающих отложений маломощных рудных интервалов, что в целом определяет технологические и экономические трудности и недостаточную эффективность для разработки в условиях современной конъюнктуры уранового рынка. Поисковые работы, проведенные позднее в районах размещения упомянутых выше объектов, не дали положительных результатов, поэтому их дальнейшее развитие в Европейском регионе нецелесообразно.

В Зауральском регионе в конце 1950-х годов после открытия и опытно-промышленной разработки мелкого Санарского месторождения в торфянистых ураноносных песках и последующих многолетних бесплодных поисков более масштабных объектов, Зеленогорским ПГО в середине 1980-х годов последовательно были выявлены Далматовское, Хохловское и Добровольное месторождения средних масштабов, локализованные в песчано-глинистых отложениях юрско-меловых палеодолин на глубинах 400–550 м. В настоящее время предприятием ЗАО «Далур» осуществляется активное освоение района, которое в последующем должно достигнуть проектного годового производства урана порядка 700 т. Поисковые работы на северной и восточной периферии района, а также территории, примыкающей на юге к государственной границе с Республикой Казахстан, не дали положительного результата. В связи с этим дальнейшее развитие ГРП по выявлению здесь новых объектов нецелесообразно.

В Южной части Западной Сибири в пределах Бийско-Барнаульской депрессии известно Михайловское месторождение урана, приуроченное к протяженной (более 80 км) области выклинивания пластово-грунтового окисления в палеогеновых песчано-глинистых отложениях. Однако из-за низких концентраций металла в рудах, не превышающих 0,01 % (главным образом 0,00n %), объект не представляет промышленного интереса. В юго-восточном обрамлении депрессии, в неоген-четвертичных палеодолинах, врезанных в специализированные на уран гранитоиды Белокурихинского массива, выявлено и оценено Смоленское месторождение. Оруденение носит уровенный характер, контролируется нижней границей слаборазвитой зоны грунтового окисления, характеризуется незначительными содержаниями и масштабами. В 1970-е годы Березовским ПГО проведены мелкомасштабные поиски бурением региональных профилей по окраинным частям впадины, не выявившие локальных перспективных структур на водородное урановое оруденение. Исключение составляет Томь-Колыванский район, где возможно обнаружение экзогенно-эпигенетических урановых объектов в юрско-меловых образованиях, залегающих среди пород домезозойского основания и перекрытых плащом палеоген-неогеновых осадков. Далее к востоку в отложениях мезозойско-кайнозойского осадочного чехла юго-восточной окраины Западно-Сибирской плиты установлен целый ряд непромышленных месторождений и рудопроявлений урана, связанных с грунтово-окислительными процессами, в т.ч. Пригородное, Малиновское, Новое, Ледашевское и др. Наибольший практический интерес представляет

Малиновское месторождение, локализованное в юрско-меловых отложениях одноименной палеодолины, с подсчитанными запасами кат. С<sub>2</sub> около 2,5 тыс. т урана и прогнозными ресурсами кат. Р<sub>2</sub>+Р<sub>1</sub> порядка 20 тыс. т. Однако проведенные на объекте натурные геотехнологические опыты, в том числе наиболее надежным способом «конверта», не дали положительных результатов.

В 2000-х годах силами ВИМСа, ВСЕГЕИ, Зеленогорского и Березовского ПГО было реализовано государственное тематическое задание по оценке ураноносности южной окраины Западно-Сибирской плиты: от Зауралья — на западе, до предгорий Енисейского кряжа — на востоке. В анализ были вовлечены результаты региональных и поисковых работ предшествующего периода, включая литолого-фациальные, лито-геохимические исследования и поиски на уран различного масштаба. Однако основная цель работ — выделение и обоснование поисковых площадей не была достигнута в связи с отсутствием здесь продуктивных на уран зон пластового окисления и ограниченным развитием по площади грунтово-окислительных процессов.

Основные перспективы выявления урановорудных объектов водородного типа связываются с регионами Сибири и Дальнего Востока. В Республике Бурятия осваивается сложившийся Витимский урановорудный район; на территории Дальневосточного округа размещены малоизученные потенциально рудоносные депрессионные структуры с проявленным комплексом ведущих факторов экзогенно-эпигенетического рудообразования. В первом случае требуется развитие детальных поисковых и поисково-оценочных работ, во втором — мелкомасштабных опережающих геологических исследований, направленных на выделение локальных поисковых площадей.

#### **Витимский урановорудный район**

Район площадью 8 000 км<sup>2</sup> в административном плане расположен в республике Бурятия (Баунтовский район) в 160 км к северу от г. Чита. В орографическом отношении он размещается в центральной части Витимского плоскогорья, характеризующегося низкогорным таежным ландшафтом на водоразделе рек Витим, Большой Амалат, Амалат, Ципикан. На территории Витимского района широко развиты депрессионные структуры мелового и неогенового возраста, сформировавшиеся в позднемезозойский и кайнозойский этапы тектоно-магматической активизации гетерогенных складчато-блоковых сооружений Курба-Амалатской и Джиды-Витимской структурно-формационных зон (СФЗ) фундамента Сибирской платформы. Главенствующую роль в потенциале Витимского района играют месторождения урана в неогеновых палеодолинах, наиболее значительные из которых образуют Хиагдинское рудное поле, а также в терригенных нижнемеловых впадинах: Имское, Сайжекконское, Угольное [3, 6, 11, 12]. Помимо месторождений и рудопроявлений урана здесь обнаружены золоторудные объекты коренного и россыпного типов, проявления молибденовой, тантал-ниобиевой, редкоземельной, флюоритовой, железной, реже — медной, хромовой, свинцовой и цинковой минерализаций [8].

Формирование Витимского урановорудного района (ВУРР) происходило в несколько этапов. В 1959 г. по материалам аэропоисковых работ 1957 г. было выявлено Имское месторождение урана, которое оценивалось и разведывалось специально созданной для этого экспедицией № 130 в период с 1963 по 1975 гг. и окончательно определено как крупный рудный объект с бедными рудами и не вполне ясной технологией обработки. Но основной рудный потенциал Витимского района определен после выявления серии однотипных гидрогенных месторождений урана в неогеновых палеодолинах, перекрытых базальтами Амалатского плато. Вначале это были одиночные месторождения: Джилдинское (1974 г., Бурятское ПГО), Родионовское (1976 г., экспедиция № 130), затем в 1980–1987 гг. экспедиция № 130 выявила целую группу месторождений, составляющих Хиагдинское рудное поле. В период с 1983 по 1986 гг. была выполнена их предварительная разведка и опытным путем определена возможность отработки методом ПВ [13].

Именно урановое оруденение палеодолинного типа Амалатского плато базальтов активно осваивается ОАО «Хиагда» и имеет перспективы расширения ресурсного потенциала. Основной ресурсный урановый потенциал района сосредоточен в Хиагдинском рудном поле.

Ураносные неогеновые палеодолины (рис. 1) расположены под покровом базальтов, врезаны в существенно гранитоидный кристаллический фундамент Байсыханского поднятия и выполнены разнообломочными преимущественно сероцветными осадочными отложениями.

Рудное поле представляет собой сложную систему ураносных долин 2–3-го порядков — боковых притоков Большеамалатской, Аталангинской и Хойготской палеорек, характеризующихся U- и V-образными поперечными профилями, шириной от первой сотни метров до 1–2 км, длиной от 1–2 до 10–15 км, продольным уклоном 10–70 м/км. Ураносные палеодолины выполнены проницаемыми, преимущественно сероцветными осадочными породами неогена делювиально-пролювиального генезиса: полевошпат-кварцевые пески глинистые, алевриты запесоченные, смешанные песчано-глинистые породы. Сероцветные осадочные отложения палеодолин обогащены сингенетическими восстановителями урана — углефицированным растительным детритом и сульфидами железа (пирит, марказит и др.). От верховьев рудоносных палеопритоков, повторяя их контуры, развиваются зоны желтоцветных и белесых пород, на выклинивании которых формируются урановорудные залежи лентообразной и линзовидной форм протяженностью первые км, шириной 35–450 м, мощностью от первых метров до 28 м. Многие исследователи придерживаются мнения, что желтоцветные породы являются зонами грунтово-пластового окисления, а белесые — областью вторичного восстановления ранее окисленных пород, придавая им роль рудоконтролирующих [5, 9, 10]. По этому вопросу и в настоящее время ведутся дискуссии — существует точка зрения, что желтоцветные и белесые породы являются реликтами глинистой коры выветривания, развивающейся по гранитоидному фундаменту. Отсутствие еди-

ного мнения объясняется сложностью диагностирования окислительно-восстановительных процессов в этих породах, т.к. прямых признаков, указывающих на преобразование осадков эпигенетическими процессами не обнаружено [9, 10]. Кроме того, они затушевываются поствулканическими процессами, которым подверглась рудовмещающая толща на более позднем этапе.

Содержания урана в рудах колеблются от 0,01 до 0,625 %. Урановая минерализация на месторождениях тонкодисперсная. Долгое время многими исследователями считалось, что доминирующей формой являются оксиды урана, коффинит, реже нингиоит [15]. В современный период с использованием новейших прецизионных методов исследования установлено, что на месторождениях преобладает минерал нингиоит, поликомпонентные гелеподобные стяжения, а также сорбционные формы на глинистом и углистом веществе [2, 14]. Запасы урана Хиагдинского рудного поля составляют: по кат. А+В+С<sub>1</sub> — 28,8 тыс. т, С<sub>2</sub> — 11 тыс. т.

В современный период сотрудниками БФ «Сосновгеология» проведено районирование территории Амалатского плато с выделением рудных узлов (РУ). Центральный и Южный узлы включают разведанные и предварительно оцененные запасы урана Хиагдинского рудного поля и месторождений Джилдинское и Родионовское. Западный, Северный, Северо-Восточный и Восточный РУ включают прогнозные ресурсы урана, локализованные по результатам поисковых работ ФГУГП «Урангео» БФ «Сосновгеология» в 2004–2014 гг. Выявлены и изучены перспективные проявления уранового оруденения, а также выделены палеоструктуры с прямыми и косвенными признаками ураносности [13].

**Центральный РУ** расположен в юго-восточной части Амалатского плато базальтов и охватывает ураносные палеодолины юго-западной части склона Байсыханского (Хиагдинское рудное поле) и северо-западного склона Ингурского (Джилдинское рудное поле) поднятий. Запасы Центрального РУ по кат. С<sub>1</sub> — порядка 29 тыс. т, С<sub>2</sub> — 11 тыс. т, оценка прогнозных ресурсов в авторском варианте по кат. Р<sub>1</sub> — 4,5 тыс. т, Р<sub>2</sub> — 29 тыс. т [13].

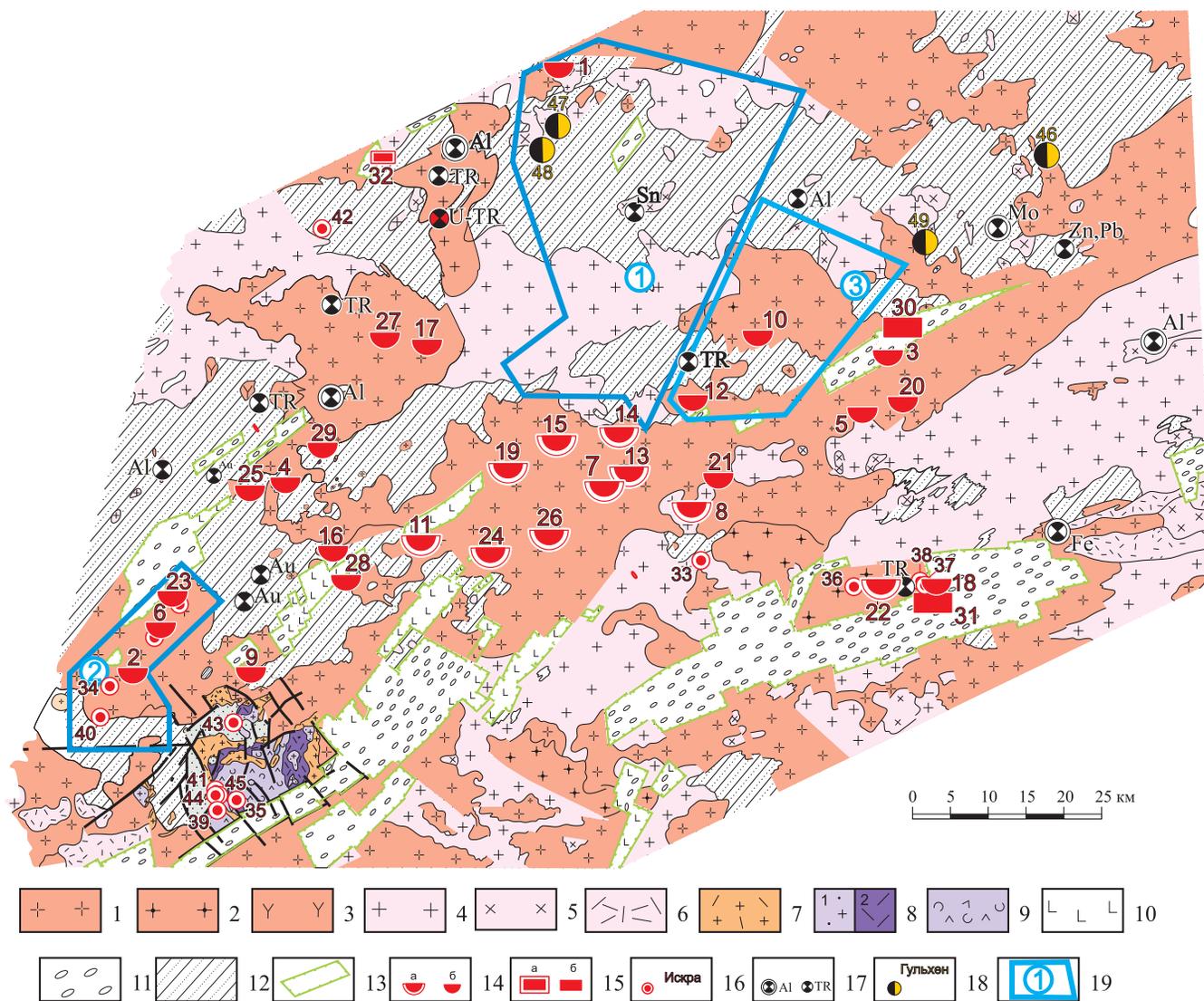
**Южный РУ** занимает юго-восточную часть Витимского урановорудного района и охватывает группу неогеновых ураносных палеодолин, дренирующих юго-восточный склон Ингурского поднятия. Наиболее значительным является Родионовское месторождение урана. Запасы по кат. С<sub>2</sub> порядка 4,5 тыс. т, прогнозные ресурсы в авторском варианте оценены по кат. Р<sub>1</sub> — 1 тыс. т, Р<sub>2</sub> — 3 тыс. т [13].

**Восточный РУ** располагается в восточной части Амалатского плато базальтов и охватывает группу ураносных палеодолин — притоков Палеоамалата, дренирующих юго-восточный склон Байсыханского и северо-западный склон Ингурского поднятий. Наиболее значимые месторождения Иминское, Дутакитское, рудопоявление Ашыглинское. Оценка прогнозных ресурсов в авторском варианте по кат. Р<sub>1</sub> — 6,6 тыс. т, Р<sub>2</sub> — 18,5 тыс. т [13].

**Западный РУ** занимает бассейн верхнего течения Аталангинской палеодолины, включая ураносные палео-

долины, дренирующие северо-западные (рудопоявления Аталангинское, Борокченское, Сихилинское) и юго-восточные (рудопоявления Сангурок, месторождение Красное) склоны Центрального поднятия, северо-западный склон Байсыханского поднятия с прилегающей частью стволовой палеодолины (месторождения Дулесминское, рудопоявления Стволовое и Эрэн).

При отдалении на юго-запад от Хиагдинского рудного поля наблюдается отличие разреза в геологическом строении, структурной позиции и морфологии рудных залежей. Характерной особенностью территории Западного РУ является гетерогенный состав обрамления Аталангинского бассейна, сложенного помимо гранитоидов метаморфизованными песчаниками хим-



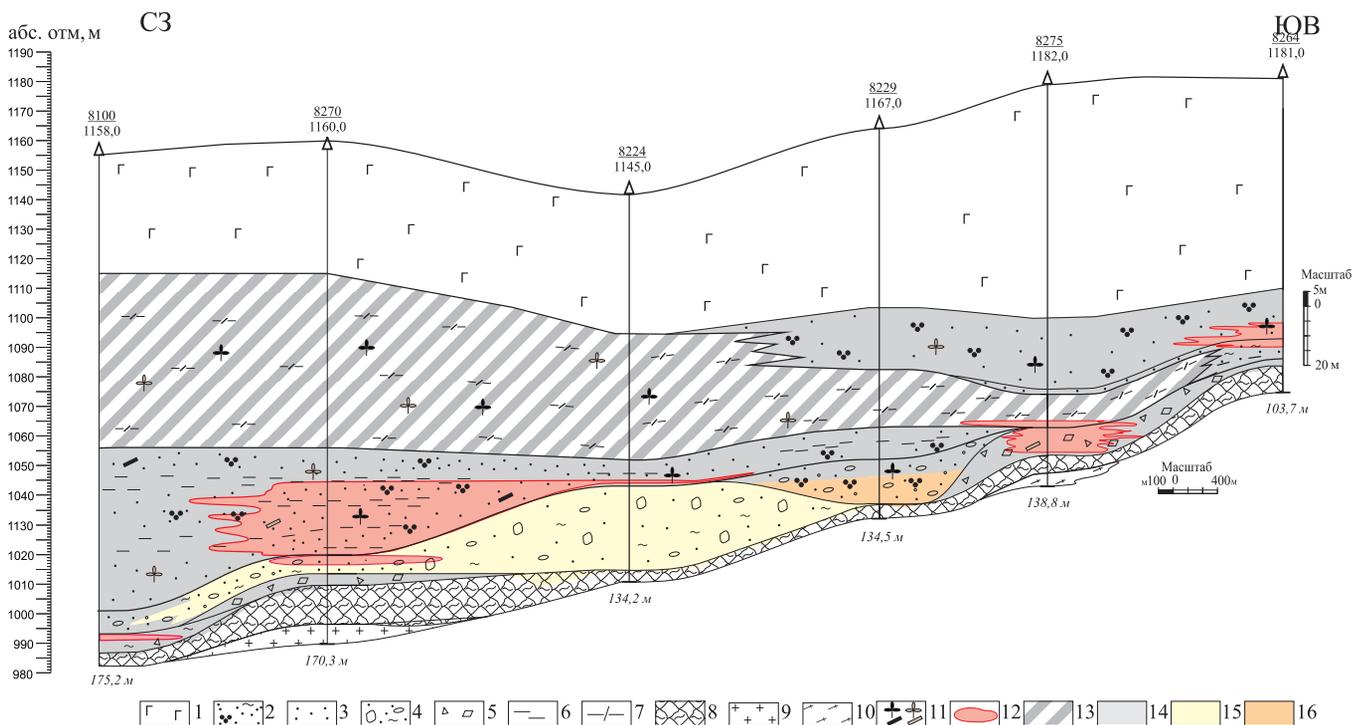
**Рис. 1. Витимский урановорудный район. Схематическая геологическая карта со снятым покровом неогеновых полей базальтов:** 1–3 — породы весьма благоприятные для формирования гидрогенных месторождений урана (содержание урана более 5 г/т): 1 — витимканский интрузивный комплекс, 2 — куналейский интрузивный комплекс, 3 — сайженский интрузивный комплекс; 4–6 — породы благоприятные для формирования гидрогенных месторождений урана (содержание урана 3–5 г/т): 4 — баргузинский интрузивный комплекс, 5 — атарханский габбро-норитовый комплекс, 6 — цаган-хунтейская свита; 7–9 — зазинская вулканоплутоническая ассоциация: 7 — зазинский интрузивный комплекс II фаза, 8 — верхняя пачка. Экструзивные купола (1) и околожерловые фации (2), 9 — нижняя пачка. Некки и покровы; 10 — хысехинская свита; 11 — нижнемеловые терригенные отложения неразделенные (зазинская и эндондинская свиты); 12 — химгильдинская свита; гаргинская серия (хойготская, талалинская свиты), преимущественно карбонатные породы; гаргинская серия, преимущественно сланцы и кварциты; 13 — тектонические блоки мезозойских вулканогенно-терригенных отложений; 14 — месторождения (а), рудопроявления (б) урана в неогеновых палеодолинах: 1 — Адмиралтейское, 2 — Аталангинское, 3 — Ашигльинское, 4 — Баркасунское, 5 — Беринское, 6 — Борокченское, 7 — Вершинное, 8 — Джилиндинское, 9 — Дулесминское, 10 — Дутацитское, 11 — Дыбыры, 12 — Иминское, 13 — Источное, 14 — Количикан, 15 — Кореткондинское, 16 — Красное, 17 — Кулариктинское, 18 — Мариктинское-2, 19 — Намару, 20 — Октябрьское, 21 — Олон-Джилиндинское, 22 — Родионовское, 23 — Сихилинское, 24 — Тетрахское, 25 — Укитское, 26 — Хиагдинское, 27 — Эмкэрсэ, 28 — Эрэн, 29 — Якундинское; 15 — месторождения (а), рудопроявления (б) урана в мезозойских терригенных отложениях: 30 — Б. Амалатское, 31 — Мариктинское, 32 — Сайженское; 16 — рудопроявления урана в кристаллических породах: 33 — 6 «д» (U, Th), 34 — Аталангинское, 35 — Багряное, 36 — Викторовское, 37 — Зонное, 38 — Ингурское, 39 — Искра, 40 — Лево-Телембуйское, 41 — Метелица, 42 — Нагорное, 43 — Северное, 44 — Факел, 45 — Феникс; 17 — месторождения (а), рудопроявления прочей рудной минерализации (б); 18 — погребенные золотоносные россыпи с промышленными содержаниями металла: 46 — Гульхен, 47 — Коган, 48 — Николаевская, 49 — Салбули; 19 — участки предлагаемых поисковых работ на уран: 1 — Антасейская, 2 — Аталангинская; 3 — Дутацитская

гильдинской свиты и блоками меловых впадин мохейской свиты. Мощность покровов основных эффузивов уменьшается со 130 м в юго-западном направлении до 20–30 м и исчезает полностью в Дулесминском палеобассейне. Работами последних лет здесь выявлены два новых рудопроявления Сангурокское и Стволовое. Прогнозные ресурсы в авторском варианте оценены по кат.  $P_1$  — 16 тыс. т,  $P_2$  — 27,7 тыс. т [13].

**Северный РУ** занимает северную краевую часть Амалатского плато базальтов и охватывает бассейн среднего течения Хойготской стволовой палеодолины с северными и южными притоками, дренирующими соответственно южный склон Северного и северо-западный склон Центрального поднятий. На южном склоне Северного поднятия установлена серия палеодолин северо-западного простирания, заходящих на значительные расстояния (до 12 км) в породы фундамента, представленные гранитами баргузинского комплекса протерозоя и высокорadioактивными лейкогранитами раннепалеозойского витимканского комплекса. Эрозионные палеодолины выполнены отложениями озерных фаций неогенового возраста. Особый интерес представляет группа сближенных палеодолин третьего порядка, притоков палеодолин Эмкэрсэ и Арбани, дренирующих выступ витимканских гранитов на юго-восточном склоне Северного поднятия. Однотипные палеодолины Эмкэрсэ-2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; Куларикта — 1, 2, 3 имеют длину от 2 до 6 км, ширину 600–800 м. Прогнозные ресурсы Северного РУ в авторском варианте оценены по кат.  $P_1$  — 10 тыс. т,  $P_2$  — 46,3 тыс. т,  $P_3$  — 40 тыс. т [13].

**Северо-Восточный РУ** располагается в северо-восточной части Амалатского плато базальтов и охватывает бассейн среднего и нижнего течения Хойготской стволовой палеодолины. Ресурсный потенциал РУ по кат.  $P_3$  оценивается в 50 тыс. т. На сегодняшний день особый интерес представляют объекты Северного РУ, на которых с 2012 г. проводятся поисковые работы. **Баркасунское и Кулариктинское** рудопроявления представляют собой серию смежных палеодолин 2-го и 3-го порядков, входящих в палеоречную систему Хойготской стволовой палеодолины и дренирующих северо-западный склон Центрального и юго-восточный склон Северного поднятий соответственно.

На площади **Баркасунского поискового участка** расположены четыре самостоятельных палеодолинных структуры, дренирующие массив метапесчаников кембрийского возраста, по которым проявлены процессы гранитизации различной степени интенсивности. Основной потенциал участка слагают три рудные залежи одноименной палеодолины. Продуктивная толща представлена сероцветными хорошо проницаемыми осадочными породами прибрежно-озерного и озерного генезиса (алевриты запесоченные, пески глинистые различной крупности и степени сортировки), залегающими на продуктах перемыва глинистых кор выветривания геохимически специализированных на уран гранитоидов, а также метапесчаников и гнейсов (рис. 2). Отложения обогащены сингенетическими восстановителями урана — углефицированным растительным детритом и дисульфидами железа. Мощность непосредственно рудовмещающей толщи от 20 м в верхо-



**Рис. 2. Участок Баркасунский. Продольный геологический разрез палеодолины Баркасунская-1: 1 — базальты; 2 — песок глинистый с дресвой и щебнем разнозернистый; 3 — песок тонкозернистый; 4 — валунно-галечные отложения в песчано-глинистом цементе; 5 — дресвяно-щебнистые отложения в песчано-глинистом цементе; 6 — алеврит; 7 — диатомиты; 8 — глинистая кора выветривания; 9 — граниты; 10 — гнейсы; 11 — углефицированный растительный детрит; 12 — урановорудные залежи; 13 — светло-серый; 14 — серый; 15 — желтый; 16 — охристый**

вях палеодолин до 50 м в устьевых частях, урановое оруденение локализовано на глубинах от 85 до 140 м соответственно. Породы Баркасунского поискового участка, в отличие от схожих месторождений Хиагдинского рудного поля, не подвержены каким-либо эпигенетическим изменениям — ни окислительно-восстановительного ряда, ни поствулканическим. Содержание урана в рудных телах варьирует от первых сотых до нескольких десятых долей процента. Урановая минерализация представлена оксидом урана, коффиинитом и нингиоитом. Главной особенностью урановой минерализации в породах является тесная пространственная приуроченность урановых минералов к выделением сульфидов железа. Прогнозные ресурсы Баркасунского поискового участка в авторском варианте оценены по кат.  $P_1$  — 3,2 тыс. т,  $P_2$  — 8,4 тыс. т. Проведенные гидрогеологические исследования показали принципиальную возможность отработки рудных залежей СПВ.

*Кулариктинский поисковый участок* включает в себя два крупных палеобассейна Эмкэрсэ и Куларикта, вмещающих четыре основных палеодолины 2-го порядка: Эмкэрсэ, Кулариктинские 1, 2 и 3, а также примыкающие к ним палеопритоки более высоких порядков, осложняющих южный склон Северного поднятия. Фундамент рудоносных распадков представлен специализированными на уран гранитоидами. Также в обрамлении встречаются не специализированные на уран метаморфиты и гранито-гнейсы. Урановое оруденение на участке локализовано на нескольких стратиграфических уровнях: в кровле желтоцветной коры выветривания, в основании осадочной пачки, в центральной части осадочного разреза, непосредственно под базальтами, иногда незначительно смещаясь в них выше базальтов предположительно в четвертичных желтоцветных пролювиально-делювиальных отложениях. Комплексное исследование урановой минерализации методами электронной микроскопии и микрозондового анализа позволило определить многофазный характер урановой минерализации и ее приуроченность в основании разреза (элювиально-делювиальных отложениях) к выделениям оксидов титана, в средней части разреза (озерных отложениях) — к глинистому цементу. Проведенные гидрогеологические исследования рудных залежей Эмкэрсэ-1 и Эмкэрсэ-5 показали их принципиальную пригодность для отработки способом ПВ.

В целях прогнозирования дальнейшего развития ресурсного уранового потенциала района на основе результатов изучения осваиваемых месторождений и ураноносных участков уточнена система поисковых критериев палеодолинного «витимского» типа [7, 15]:

1) Наличие систем крупных поднятий и стволых речных долин с относительно стабильным режимом слабых восходящих вертикальных перемещений. Такие системы обеспечивают глубокую эрозию и значительное расчленение рельефа территории, длительное существование крупной реки (районный базис эрозии), что определяет направленную транспортировку обломочного материала и соответственно степень его сортировки. Структурой поднятий и их склонов контролируется положение рудных полей.

2) Развитие сети локальных эрозионных, эрозионно-тектонических морфоструктур в рельефе донеогенового фундамента на склонах крупных поднятий — систем палеодолин 2–3-го порядков, наследующих план тектонических нарушений в фундаменте, выполненных рыхлыми водопроницаемыми осадками подгорно-веерных фаций неогена. Палеодолина 2-го порядка с системой притоков образует микробассейн площадью до десятков квадратных километров и соответствует рудовмещающей структуре потенциального месторождения; отдельной палеодолиной контролируется размещения обычно одной рудной залежи на каждом рудоносном уровне.

3) Преимущественное распространение в областях питания палеодолин, гранитоидов с повышенными концентрациями урана и РАЭ в целом. Наиболее благоприятны в обрамлении и фундаменте гранитоиды витимканского комплекса, далее по убыванию куналейского и баргузинского комплексов, другие магматические породы кислого состава; неблагоприятны метаморфические и метаморфизованные породы, магматические основного состава, терригенные.

4) Развитие в толще неогеновых отложений и кровле кристаллического фундамента экзогенно-эпигенетических процессов, связанных с направленной фильтрацией подземных вод, обуславливающей распространение зон полного и частичного окисления пород в область первично восстановительной геохимической обстановки. Проявленность этих процессов фиксируется наличием зон лимонитизированных и осветленных пород в составе разреза неогеновых отложений. Урановое оруденение локализуется в зонах сероцветных и обеленных пород.

5) Наличие покровных фаций эффузивов (базальтов), обеспечивших: а) в период рудообразования длительное существование сложной гидравлической системы фильтрации атмосферных вод через трещинно-пластовые и трещинные коллекторы покровов и пород фундамента в порово-пластовые коллектора погребенных осадков неогеновых палеодолин; б) сохранность оруденения от физической эрозии.

Опираясь на проявленность перечисленных поисковых критериев и признаков оруденения, выделены первоочередные площади: *Антасейская, Аталангинская и Дутакитская*.

*Антасейская площадь* (1100 км<sup>2</sup>) с юго-запада примыкает к Хиагдинскому рудному полю. Она включает в себя бассейны нижнего течения Палео-Аталанги и среднего течения Палео-Хойгота, ограничивающие Северное и Байсыханское поднятия, а также северо-восточную часть Центрального поднятия. Важным моментом для прогнозной оценки территории является наличие массивов высокорadioактивных, специализированных на уран гранитов витимканского комплекса. Антасейская площадь включает в себя несколько палеобассейнов, вмещающих палеодолины 2-го и более высоких порядков: Дунгинский, Антасейский, Туругирский, Сайжекконский, Люкученский, Шараголский. Ураноносность перспективной Антасейской площади на сегодняшний день представлена весьма ограничено в связи с незначительной буровой изученностью. На юго-западной границе площади расположены место-

рождения Коретконде и Количикан, на северном фланге АГСМ-поисками выявлено рудопроявление Адмиралтейское (партия № 14 Невской экспедиции, А.А. Лискович, В.Т. Тихомиров, 1979), на северном склоне Байсыханского поднятия — рудопроявление Антасе (экспедиция № 130, П.А. Пешков, В.П. Грязнов, 1994). Если палеоструктурная реконструкция возможна по результатам аэро-электроразведки при комплексной аэрогеофизической съемки, а специализация фундамента и наличие в нем радиоактивных проявлений — по данным аэро-гаммаспектрометрии, то прямые признаки уранового оруденения гидрогенного типа в палеодолинах на данной территории можно определить только при помощи бурения. В перспективе здесь возможно выявление урановорудных объектов с ресурсами урана более 30 тыс. т [13].

**Аталангинская площадь** охватывает палеодолины верхнего течения р. Аталанга с многочисленными притоками, дренирующими массив гранитоидов витимканского комплекса в юго-западной части Центрального поднятия. Здесь выявлены многочисленные проявления оруденения гидрогенного типа в палеодолинах, переходящего в оруденение слюdkово-цеолитового типа в зонах дробления гранитов фундамента.

Аталангинская площадь включает несколько пространственно сближенных бассейнов палеодолин 2-го и более высоких порядков, которые в разное время были изучены буровыми работами Бурятского геологического управления, Сосновской экспедиции, а затем ФГУПП «Урангео» БФ «Сосновгеология».

В вершине палеодолины р. Аталанга известно Аталангинское рудопроявление, где установлено приповерхностное оруденение в виде линзы шириной до 80 м, мощностью 1–5 м с содержаниями 0,012–0,23 % в песках, гравийниках, насыщенных растительным детритом. В палеодолинах Аталангинского, Борокченского и Сихилинского бассейнов малообъемным бурением на глубинах 15–87 м вскрыты урановорудные залежи в проницаемых терригенных отложениях неогена мощностью несколько метров с содержаниями урана 0,019–0,037 % при ширине до первых сотен метров, протяженностью до двух км.

Помимо этого, здесь выявлено рудопроявление Телембунское и установлены проявления слюdkово-цеолитового типа на рудопроявлениях Борокченском и Сихилинском.

Для изученных бурением локальных участков структур суммарно прогнозные ресурсы оценены по кат.  $P_1$  — 1,8 тыс. т. Для основной части палеодолин с косвенными признаками ураноносности ресурсы были оценены по кат.  $P_2$  в сумме 10 тыс. т. В некоторых структурах (Ширингита, Инэлокта и т.п.), к настоящему времени совершенно неисследованных, ресурсы могут определяться только по кат.  $P_3$  в количестве 15 тыс. т. Этого достаточно, чтобы уверенно обеспечить при выполнении здесь поисковых работ прирост ресурсов кат.  $P_1$  — 6 тыс. т,  $P_2$  — 5 тыс. т.

На территории Аталангинской площади необходимо достоверное проведение поисковых работ северо-западной склона Центрального поднятия и верховья стволочной Аталангинской палеодолины, а также оценка мас-

штабов, качества, технологических параметров руд, гидрогеологических условий известных и вновь выявляемых рудопроявлений, вероятно, подобных рудопроявлениям Дулесминскому и Красному. Актуальность работ определяется реальной возможностью создания, в совокупности с выявленными рудопроявлениями Дулесминское и Красное, рудного объекта для образования самостоятельного добычного участка, подобного действующему предприятию ОАО «Хиагда» [13].

**Дутакитская площадь** к северо-востоку от Хиагдинского рудного поля охватывает системы сближенных палеодолин, дренирующих на северо-западном и юго-восточном склонах Байсыханского поднятия массив высокопродуктивных гранитов витимканского комплекса и вмещающих рудные залежи Дутакитского и Иминского месторождений урана.

В 9 км восточнее Хиагдинского рудного поля в **Иминской группе палеоструктур**, дренирующих юго-восточный склон Байсыханского поднятия, располагается одноименное месторождение урана. Помимо этого, в одной из палеодолин (Иминская-2) малыми объемами бурения обнаружена лентообразная рудная залежь, залегающая в терригенных хорошо проницаемых породах базальной части неогенового разреза на глубинах 140–175 м. По данным ФГУПП «Урангео» БФ «Сосновгеология» кондиционное оруденение характеризуется высокой сплошностью и окаймляется узким ореолом забалансовых руд. В отдельных пересечениях рудные интервалы имеют мощность 3,7–11,1 м и содержание урана 0,011–0,04 %. В соответствии с полученными параметрами оценка прогнозных ресурсов урана в авторском варианте по кат.  $P_1$  — 1 тыс. т при средней удельной продуктивности 2,70 кг/м<sup>2</sup>.

Кроме того, на данной территории геолого-геофизическими методами установлено наиболее вероятное положение и параметры смежных потенциально рудоносных структур. Общая протяженность предполагаемых рудоперспективных палеодолин составляет 12 км. Ресурсы урана кат.  $P_2$  оцениваются в 3,0 тыс. т. Общая оценка ресурсов в авторском варианте Иминского месторождения по кат.  $P_1+P_2$  — 4,5 тыс. т урана, что позволяет рассматривать его в качестве потенциально промышленного объекта, который возможно разрабатывать способом СПВ.

**Дутакитское месторождение** расположено восточнее Хиагдинского рудного поля в нижнем течении одноименной палеодолины, дренирующей северо-восточный склон Тангукского выступа Байсыханского поднятия. Урановое оруденение в неогеновом разрезе локализовано на двух уровнях, разделенных потоком базальтов мощностью 10–25 м: в проницаемых терригенных отложениях базального горизонта и в низах вулканогенно-осадочной части. Основная рудная залежь месторождения локализуется на верхнем уровне, где при мощности 3,5–9,2 м содержание урана составляет 0,01–0,048 %. В основной палеодолине в общем контуре оруденение прослежено на 8 км при ширине от 100 до 500 м. Полученные данные позволяют предварительно оценить прогнозные ресурсы урана кат.  $P_1$  в 2,7 тыс. т.

Признаки уранового оруденения установлены в семи притоках основной Дутакитской палеодолины, выде-

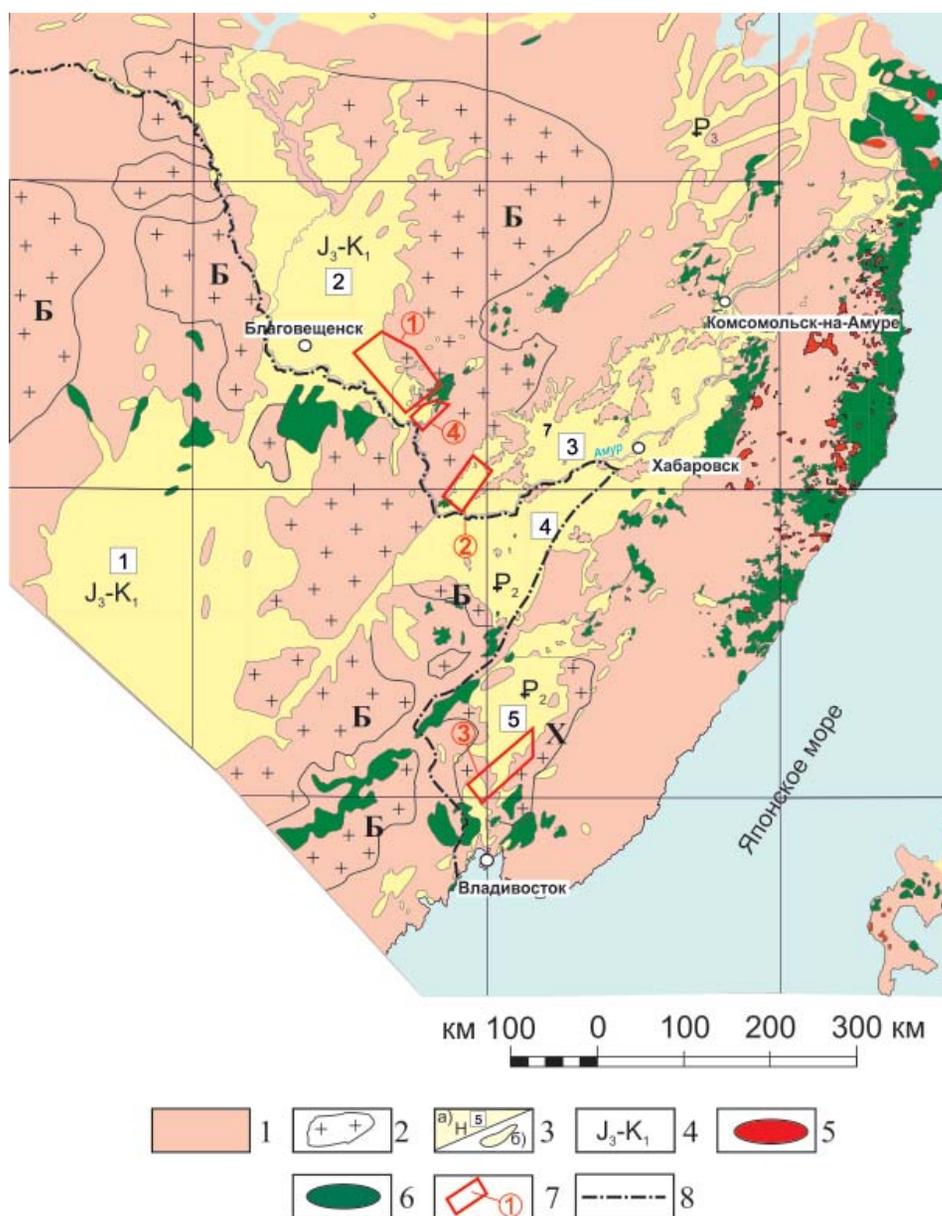
ленные по геолого-геофизическим данным и, в отдельных случаях, заверенные единичными скважинами. Общая протяженность перспективных приточных структур составляет 15 км. Проведенные работы позволили оценить прогнозные ресурсы урана Дутакинской группы палеодолин по кат.  $P_2$  — 4,5 тыс. т. Общая оценка ресурсов урана кат.  $P_1+P_2$  — 7,1 тыс. т. Наличие прямых признаков оруденения в палеодолинах, терригенные проницаемые отложения неогена, вмещающие урановородные залежи, а также объем предварительно оцененных прогнозных ресурсов позволяют рассматривать Дутакинскую площадь в качестве потенциально промышленного объекта, разрабатываемого методом СПВ [13].

Таким образом, Витимский район без преувеличения является крупнейшим урановородным районом России, основу минерально-сырьевой базы которого составляют гидрогенные месторождения в неогеновых палеодолинах. Опыт отработки месторождений Хиагдинского рудного поля и данные гидрогеологических исследований схожих площадей, на которых в настоящее время проводятся поисковые работы показал, что все эти объекты потенциально пригодны для отработки методом СПВ. В связи с этим, авторам настоящей публикации представляется совершенно необходимым проведение комплекса геолого-разведочных работ на рассмотренных выше площадях с целью наращивания и совершенствования МСБ России.

### Рудоперспективные районы юга Дальнего Востока России (ЮДВР)

Поисково-прогнозные работы по выявлению гидрогенных месторождений урана на юге Дальнего Востока России проводились с конца 1950-х годов до 2001 г. силами Октябрьской экспедиции № 1 ГРРУ и предприятием «Таежгеология». За время проведения этих работ в кайнозойских впадинах Ханкайского массива был выявлен десяток рудопроявлений и мелкое месторождение урана в Раковской впадине. Проводившиеся поисковые работы в Средне-Амурской и Амуро-Зейской впадинах к положительным результатам не привели,

поскольку были ориентированы на выявление оруденения, связанного с региональными зонами пластового окисления. По результатам этих работ был сделан вывод об отсутствии в регионах площадных зон пластового окисления. В то же время на обширной территории ЮДВР установлен целый ряд районов и локальных обстановок, перспективных на обнаружение гидрогенных месторождений палеоруслового типа. Среди них первостепенное значение имеют районы Амуро-Зейской и Средне-Амурской депрессий, а также Приханкайской группы мелких впадин [4] (рис. 3).



**Рис. 3. Геолого-структурная схема юга Дальнего Востока России:** 1 — нерасчлененные до-мезозойские образования; 2 — палеозойские гранитоидные массивы: Б — Буреинский, Х — Ханкайский; 3 — структуры мезозойско-кайнозойских рифтогенных систем: а) — Сунляо-Амуро-Зейской (впадины: 1 — Сунляо, 2 — Амуро-Зейская), Амуро-Ханкайской (впадины: 3 — Средне-Амурская, 4 — Саньцзян, 5 — Приханкайская); б) — локальные рифтогенные структуры; 4 — возраст заложения рифтогенных структур; 5 — массивы олигоценых гранитов; 6 — неоген-четвертичные плато-базальты; 7 — площади, перспективные на выявление уранового оруденения палеодолинного типа: 1 — Нижне-Бурейская, 2 — Самарская, 3 — Ханкайская, 4 — Кульдурская; 8 — государственная граница РФ

**Амуро-Зейская впадина** является одной из крупнейших на территории ЮДВР, на востоке граничащая с известным Буреинским массивом, в формационном составе которого широко распространены специализированные на уран калиевые гранитоиды (8 г/т) — масштабный источник металла гидрогенного рудообразования. Структура является крупным элементом протяженной субмеридиональной системы депрессий, включающей нефтегазоносную впадину Сунлюя на территории КНР с целым рядом урановых проявлений. Две гигантские депрессионные структуры разделены новейшим субширотным валобразным поднятием. В формировании Амуро-Зейской впадины выделяются два этапа. Первый связан со среднепалеозойско-мезозойской эпохой геологического развития территории, когда в результате многократной активизации тектонических движений она приобрела облик складчато-глыбового сооружения, второй — с позднемезозойским и кайнозойским платформенным развитием территории, когда в ее западной части была обособлена озерно-аллювиальная равнина [2].

**В геологическом строении** впадин участвуют образования трех структурных ярусов: складчато-кристаллического фундамента, рифтогенного комплекса и осадочного платформенного чехла. В составе пород фундамента выделяются раннепротерозойские метаморфиты, позднепалеозойско-триасовый комплекс вулканогенно-осадочных и гранитоидных образований. Среди последних значительную роль играют специализированные на уран лейкократовые калиевые граниты. Рифтогенный ярус представлен первично сероцветными угленосными отложениями, среди вулканитов доминируют разности среднего и основного составов. Концентрации урана в породах рифтогенного яруса невелики и редко превышают его кларк, за исключением базальтовых угленосных отложений, в которых в отдельных случаях отмечены слабоповышенные (0,0006 %) содержания металла.

Основной прогнозный интерес на уран представляют образования платформенного чехла депрессии, мощность которых достигает 700–800 м. В нижней части разреза выделяются существенно глинистые сеноман-туронские отложения, на которых с размывом и угловым несогласием залегает мощная (до 450 м) толща отложений дата-маастрихта, в составе которой преимущественное развитие имеют сероцветные пески, песчаники, алевролиты и глины с линзами бурых углей. Эти образования на значительной площади налегали непосредственно на гранитоидах Буреинского массива, о чем свидетельствует широкий ареал распространений их эрозионных останков на современной поверхности фундамента. В разрезе толщи установлено несколько внутриформационных размывов, что вместе с эрозионно-аккумулятивным контактом отложений с гранитоидным фундаментом может свидетельствовать о многоуровневом характере развития палеорусловых систем.

На датских отложениях без видимого перерыва залегают палеоценовые (мощность 50–200 м) каолинизированные мелко-тонкозернистые слабосцементированные первично-сероцветные песчаники, алевролиты и глины с прослоями бурых углей. Вышележащие с размывом эоценовые грубообломочные песчано-гра-

вийно-галечные частично-желтоцветные отложения, сменяющиеся выше по разрезу песками, глинами и алевролитами, знаменуют переход к орогенизации района и соответственно к активному развитию экзогенно-эпигенетических процессов. Этот тип тектонического развития продолжался весь период олигоцен—раннего миоцена. Выше на разновозрастных образованиях осадочного чехла и кристаллического фундамента залегают разнообломочные первично пестроцветные, в т.ч. желтоцветные верхнемиоцен-плиоцен четвертичные осадки общей мощностью от 10 до 120 м. Верхняя часть разреза сложена озерно-аллювиальными тонкозернистыми песками, алевропелитами и покровами базальтов.

**Ураноносность района** ограничена ранее выявленными в разных частях разреза осадочной толщи разрозненными на площади, незначительными по интенсивности радиоактивными аномалиями, в т.ч. две — в пестроцветных разнообломочных миоцен-плиоценовых отложениях, одна — в буроугольных образованиях палеогена и целый ряд других. Аномалии характеризуются весьма низким уровнем разноактивности (25–100 мкР/ч) и локализуются в различных литогеохимических типах отложений вне связи с зонами эпигенетического преобразования пород окислительного ряда. Наибольший интерес представляет Шишловская аномалия, вскрытая несколькими скважинами в зеленоватых песчаных отложениях на глубинах около 110–120 м при вариации содержаний урана от тысячных до сотых долей процента. Аномальное поле имеет площадь порядка 2–3 км<sup>2</sup> и в пространственно-генетическом отношении, вероятно, связано с зоной грунтовой лимонитизации, впоследствии преобразованной восстановительными процессами. Другим ураноносным объектом является Долдыкская аномалия, располагающаяся в юго-восточном борту Амуро-Зейской впадины и приуроченная к коре выветривания высококоразактивных кислых вулканитов — основания осадочной толщи. Аномалия имеет удлинённый в плане плащеобразный характер с мощностью первые метры, площадью около 0,3–2,5 км<sup>2</sup> и содержаниями урана от 0,01 до 0,04 %.

**В гидрогеологическом отношении Амуро-Зейская впадина** представляет собой артезианский бассейн, сложенный слаболигифицированными континентальными терригенными отложениями верхнего мела — позднего плиоцена и четвертичной системы [1]. Согласно классификации артезианских бассейнов по типам гидродинамического режима, проведенной Е.М. Шмариовичем в 1970-х годах [16], эта впадина была определена как артезианский бассейн гетерогенного типа, территориально разнородный, в котором область инфильтрационного и эксфильтрационного режимов разобщены между собой. При этом участки с инфильтрационной гидродинамикой размещаются на приподнятых крыльях артезианских бассейнов, примыкающих к выходам фундамента, а участки с эксфильтрационной — в погруженных частях водонапорных систем (по отметке — 300 м), контактируя при этом между собой через глубинные разломы. Бассейн содержит несколько водоносных горизонтов. В верхнем, приуроченном к кайнозойским отложениям, воды безнапорные или слабонапорные, гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализаци-

ей 0,05–0,2 мг/л. В палеоцен-плиоценовых отложениях заключены напорные воды того же состава, но с минерализацией, не превышающей 0,2 мг/л. В составе подземных вод, содержащихся в терригенных меловых отложениях, преобладают гидрокарбонатно-натриевый и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый с минерализацией 0,5–2,5 г/л. Содержания растворенного урана варьируют в широком диапазоне от  $n \cdot 10^{-5}$ – $10^{-6}$  г/л в верхнем водоносном комплексе, до  $n \cdot 10^{-7}$  — в нижнем.

По комплексу факторов *перспективы выявления гидрогенных урановых месторождений* в районе связываются с восточным бортом впадины, с Нижне-Бурейской площадью, где отложения разновозрастных литолого-стратиграфических подразделений осадочного комплекса трансгрессивно налегают на специализированные гранитоидные поднятия, претерпевшие корообразование и высвобождение урана и других радиоактивных элементов из конституционных форм в кристаллических решетках минералов. Осадконакопление сопровождалось активным развитием эрозионно-аккумулятивных, в том числе русловых структур, что, вероятно, могло сопровождаться проявлением продуктивного грунтового окисления. Наиболее активно они развивались в плиоцен-четвертичное время, что отчетливо проявлено в геологическом строении области сочленения Буреинского массива и Амуро-Зейской впадины, в развитии палеодолин с останцами отложений в междуречном пространстве. Подобные процессы, очевидно, развивались и в предшествующее время, особенно интенсивно в периоды, соответствующие межформационным перерывам в осадконакоплении — в предэоценовый и олигоцен-раннемиоценовый. Современные гидрогеологические данные свидетельствуют об эксфильтрационном режиме в нижних водоносных горизонтах, что препятствует развитию в антропогене пластово-инфильтрационных процессов. Однако в предшествующие периоды активизации грунтово-окислительных процессов могли развиваться и продуктивные зоны пластового окисления.

*Средне-Амурская впадина* с системой сопряженных с ней палеодолин располагается в северной части Амуро-Ханкаской рифтогенной зоны. Она наложена на специализированные на уран палеозойские гранитоиды и раннепалеозойские метаморфические образования, претерпевшие в мезозое масштабные корообразующие процессы. Осадочная толща представлена палеоген-неогеновым комплексом, мощность которого достигает 1500 м. Палеогеновые отложения в основании разреза и в бортовых частях впадины представлены грубозернистыми русловыми образованиями и несортированными пролювиальными накоплениями. В центральных частях структуры развиты главным образом озерно-болотные фации. Нижняя часть разреза неогенового комплекса представлена преимущественно глинисто-углистыми породами, верхняя — плохо сортированными отложениями руслового аллювия и конусов выноса. Эти породы в бортовых частях непосредственно залегают на коре выветривания специализированных на уран гранитоидов, что обеспечивает тесную, в т.ч. гидрогеологическую связь потенциально рудовмещающего комплекса с масштабным источником металла.

Наиболее благоприятным для гидрогенного уранового рудообразования в палеоруслах является западный борт Средне-Амурской впадины, в пределах которого выделена перспективная *Самарская площадь*. На площади в одной из палеодолин рекогносцировочным бурением на глубине 300 м установлена значительная по мощности (около 30 м) радиоактивная аномалия интенсивностью 85 мкР/час, пространственно и, вероятно, генетически связанная с эпигенетически лимонитизированными породами.

*Кульдурская площадь*, расположенная в западной части Буреинского кристаллического массива и охватывающая Хинганское плато базальтов и восточную прибортовую часть Амуро-Зейской впадины, также обладает всеми предпосылками на выявление гидрогенных месторождений урана. В их число входят развитие кор выветривания площадного и линейного типа, благоприятные гидрогеологические условия, обеспечивающие продвижение подземных вод в проницаемых горизонтах и способствующие формированию рудоконтролирующих зон геохимических барьеров. Кроме того, ранее проведенными работами на площади выявлено наличие обширной радиогидрогеохимической области с аномально высокой концентрацией урана, рассматриваемой как признак наличия на территории значительных количеств металла в растворенной форме.

Определенными перспективами на уран располагает также *Приханкайская группа впадин* в Южной части крупного Амуро-Ханкайского рифтогенного геоблока, сопряженная с западным склоном Синегорского поднятия. Специализированные на уран калиевые граниты Синегорья обладают наиболее высокими (до 20 г/т) в регионе концентрациями металла в кристаллических формациях фундамента, в том числе в лейкогранитах вознесенского, куйбышевского и шмаковского комплексов. Положительным фактором источника урана являются также площадные и линейные коры выветривания, частично сохранившиеся на гранитах в условиях слаборасчлененного рельефа.

В заключение следует отметить, что в силу слабой поисковой изученности рассмотренных депрессионных структур на гидрогенные урановые месторождения в палеодолинах необходимы их последовательное изучение и подготовка к опoискованию комплексом геофизических и опережающих геолого-минералогических исследований, целью которых должно явиться выделение локальных перспективных участков. Перед этими работами должны стоять следующие задачи:

уточнение геологического строения интенсивно дислоцированных в новейшее время площадей с установлением положения и глубины залегания перспективных дренирующих песчано-глинистых горизонтов;

литолого-фациальное картирование отложений основных литолого-стратиграфических подразделений осадочного чехла с установлением и картированием в разрезе и на площади палеодолин;

гидрогеологические исследования с определением гидродинамического типа и гидрохимического состава подземных вод с выделением барьерных обстановок, благоприятных для гидрогенного рудонакопления;

оценка проявленности ведущих факторов экзогенно-эпигенетического уранового рудообразования, в т.ч. эпигенетических преобразований окислительного и восстановительного характера, типовых урановых концентраций, благоприятных литолого-структурных обстановок и других с выделением по их совокупности перспективных площадей и разработкой геолого-поисковых моделей.

Первоочередной для проведения опережающих специализированных исследований должна явиться Амуро-Зейская впадина. По результатам работ в определенной мере будут скорректированы прогнозные оценки на другие структуры ЮДВР и уточнены методология и методика проведения прогнозно-поисковых работ в этом регионе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Гидрогеология СССР*. Хабаровский край и Амурская область. Т. XXIII. — М.: Недра, 1971. — 512 с.
2. Дойникова О.А. Минералогия урана в восстановительной зоне гипергенеза (по данным электронной микроскопии). — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 216 с.
3. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. — М.: Геоинформмарк, 2000. — 608 с.
4. Коковкин А.А. Кайнозойские экзогенные рудообразующие системы Востока Азии // Отечественная геология. — 2005. — № 4. — С. 60–69.
5. Коноплев А.Д., Максимова М.Ф. Литолого-фациальные и минералого-геохимические особенности месторождений в палеодолинах // Советская геология. — 1989. — № 11. — С. 89–96.
6. Коноплев А.Д., Максимова М.Ф. Роль гидрогенных месторождений в расширении минерально-сырьевой базы урана России // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — Вып. 144. — М., 2002. — С. 110–117.
7. Коченов А.В., Халдей А.В. К вопросу об источниках урана в экзогенных эпигенетических месторождениях // Литология и полезные ископаемые. — 1997. — № 4. — С. 371–378.
8. Машковцев Г.А., Константинов А.К., Мигута А.К. и др. Уран российских недр. — М.: ВИМС, 2010. — 850 с.
9. Никитина Е.С., Прохоров Д.А. Геологическое строение уранового месторождения Намару и минералого-геохимические особенности руд и рудовмещающих пород (Витимский урановорудный район) // Геология и разведка. — 2012. — № 4. — С. 26–31.
10. Никитина Е.С., Прохоров Д.А. Закономерности локализации оруденения, минеральный состав руд и рудовмещающих пород уранового месторождения Кореткондинское (Витимский урановорудный район) // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. — 2012. — № 6. — С. 44–50.
11. Самович Д.А. История изучения и современное состояние минерально-сырьевой базы урана Восточной Сибири // Разведка и охрана недр. — 2005. — № 10. — С. 7–9.
12. Самович Д.А. Минерально-сырьевая база урана юга Восточной Сибири // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — Вып. 148. — М., 2005. — С. 117–130.
13. Самович Д.А., Дзядок С.А., Митрофанов Е.А. и др. Витимский урановорудный район. — Иркутск: ФГУП «Урангеологоразведка» БФ «Сосновгеология», 2015. — 102 с.
14. Тарханова Г.А., Дубинчук В.Т., Чистякова Н.И. и др. Особенности минерального состава и условий формирования руд Вершинного месторождения // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 6. — С. 7–13.
15. Халдей А.Е., Расулова С.Д., Коченов А.В., Данковцев Р.Ф. Историко-геологические предпосылки образования ураноносных палеодолин // Отечественная геология. — 1998. — № 5. — С. 28–31.
16. Шмариович Е.М., Белов Н.С. Проблемы рудного эпигенеза и общие перспективы выявления новых эпигенетических месторождений урана в породах осадочного чехла территории СССР. — М., 1975. — 311 с.

© Коллектив авторов, 2015

Алтунин Олег Викторович // paramargo@yandex.ru  
 Митрофанов Евгений Александрович // mitevgen@mail.ru  
 Расулова Светлана Джабаровна // nikitina@vims-geo.ru  
 Коковкин Александр Александрович // kokovkin@itig.as.khb.ru  
 Дзядок Сергей Александрович // dzyadok@urangeopoisk.ru  
 Никитина Екатерина Сергеевна // nikitina@vims-geo.ru  
 Прохоров Данила Артемович // prokhorov@vims-geo.ru

Миронов Ю.Б., Карпунин А.М., Пуговкин А.А.  
 (ФГУП «ВСЕГЕИ»)

#### УРАНОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РУССКОЙ ПЛИТЫ

*Рассмотрены состояние и перспективы ураноносности Русской плиты. Приведена характеристика урановорудных районов и известных месторождений, в том числе объектов «поверхностного типа», представляющих практический интерес. Выделены перспективные территории для поисков урановых месторождений различных типов. **Ключевые слова:** месторождение, Русская плита, рудный район, уран.*

Mironov Yu.B., Karpunin A.M., Pugovkin A.A. (VSEGEI)  
 THE URANIUM POTENTIAL OF THE RUSSIAN PLATE

*State and prospects of uranium mineralization of the Russian Plate are considered. The characteristic of uranium ore districts and well-known deposits, including objects of the «surface-type» of practical interest is shown. Prospective areas are selected for exploration of uranium deposits of various types. **Key words:** deposit, Russian Plate, ore district, uranium.*

Наращивание собственного уранового потенциала России является весьма актуальной задачей. Один из реальных путей ее расширения заключается в необходимости доизучения крупных провинций, где поисковые работы на уран не проводились в достаточных объемах в советский период вследствие открытия уникальных урановорудных районов в Средней Азии, Казахстане и Украине.

Это в первую очередь относится к Русской плите (РП) — российской части Восточно-Европейской платформы (ВЕП). За длительную историю ее исследований здесь были выявлены многочисленные рудопроявления и мелкие месторождения урана различного типа — осадочно-диагенетические, палеодолинные, гидрогенные, ураново-угольные, ураново-битумные и неясного генезиса. Авторы рассматривают урановый потенциал РП с новых позиций и приводят рекомендации по дальнейшим исследованиям, направленным на выявление урановых месторождений «песчаникового» типа. Наряду с чехлом древней ВЕП в рассмотрение вовлечены примыкающие к ней молодые платформы — эпикальская Тимано-Печорская и эпигерцинская Скифская — в связи с тем, что чехлы этих платформ объединены общими условиями формирования осадочных пород.

Обширные специальные сведения об ураноносности РП обобщены и представлены Г.В. Грушевым с соавторами [2]. Подчеркивается, что из всех платформ Евразийского континента РП характеризуется самым спокойным эпейрогеническим типом развития на протяжении фанерозоя и практически лишена признаков активной магматической деятельности в этот период. Урановый потенциал платформ связан с целым рядом геологических факторов: стадий развития (трансгрессия — инундация — регрессия — эмерсия), геохимических обстановок (окислительная, восстановительная),