

МЕТАЛЛОГЕНИЯ

УДК [550.814:553.078](571.56+571.62)

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПРИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

М.В. Горошко, Г.Б. Соломатин, В.В. Николаев

Государственное Федеральное Унитарное Предприятие «Таежгеология», г. Хабаровск

В статье на примере юго-восточной части Сибирской платформы показана принципиальная возможность применения материалов аэрогаммаспектрометрической съемки в целях предварительного металлогенического районирования слабо изученных на редкие и радиоактивные элементы (U, Zr, Ta, Nb, TR, Mo и др.) территорий на основе обработки аэрогаммаспектрометрических данных по различным программам и уточнения структурно-тектонических построений по результатам интерпретации аэромагнитных и гравитационных полей.

Выделены крупные металлогенические подразделения трех металлогенических эпох: ранне-позднепротерозойской, позднепалеозойской и позднемезозойской: Тыркано-Маймаканская рудоносная система, Аимо-Алданская и Тыркандинская рудоносные области. В свою очередь, в их пределах выделяются более мелкие металлогенические подразделения: рудные районы, узлы и поля. Определена металлогеническая специализация районов, узлов и полей.

Ключевые слова: аэрогамма-спектрометрическая съемка, радиогеохимическое и металлогеническое районирование, металлогенические эпохи, юго-восточная часть Сибирской платформы, Дальний Восток, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

В 1995–1999 гг. ГП "Таежгеология" проводила мелкомасштабные прогнозно-геологические работы, охватывающие центральную и восточную часть Алданского щита на площади около 300 тыс. км². При этом ставилась цель – на основе обобщения и анализа геолого-геофизических материалов различных масштабов провести металлогеническое районирование территории Алданского щита на уран и другие сопутствующие ему полезные компоненты: золото и редкоземельно-редкометаллльные элементы.

Были обобщены и проанализированы материалы аэрогеофизических съемок масштабов 1:25 000 – 1:200 000 и гравиметрической съемки масштаба 1:200 000 – 1:1 000 000, выполненные в различные годы ГП "Таежгеология", "Невскгеология" и ГПП "Дальгеофизика".

Увязка аэроматериалов проводилась по текущим маршрутам, перекрытиям площадей или участкам общей границы. Поправки в АГСМ-карты по

разным участкам составили: по урану – от –1,4 до +0,4 г/т, торию – от –6,0 до +10,0 г/т, калию – от –0,8 до +2,1%, в магнитное поле – от –60 до +320 нТл. Достоверность результатов АГСМ-съемок определялась градуировкой аэроспектрометров на эталонных участках Якоцит, Бира и др., подготовленных по единой методике. Точность определения естественных радиоактивных элементов не хуже установленной технической инструкцией.

В процессе работ АГС- и магнитные данные были введены в ЭВМ, что позволило провести различные преобразования и анализ физических полей с составлением единых, увязанных по уровню карт содержаний урана, тория, калия и магнитного поля практически на всю площадь прогнозно-геологических работ.

Дальнейшая обработка геофизических данных (АГС, магнитные) проводилась по обрабатываемым программам на ЭВМ.

Обработка аэрогамма-спектрометрических материалов проводилась по принципиально новой

методике факторного анализа (программа ANFAC), с привлечением карт отношений радиоэлементов. При использовании компонентного анализа извлечение поисковой информации из АГС-данных существенно расширилось и вместе с тем упростилось, благодаря использованию различных карт трансформаций. Использование программ факторного анализа связано с разложением суммарного поля радиоактивных элементов на аномальную и фоновую составляющие, что облегчило процедуру выделения аномалий в целях радиогеохимических построений.

Для обработки карт магнитного поля использовались количественные расчеты магнитных аномалий, а при выделении неоднородных в тектоническом отношении участков был проведен погоризонтный анализ направленности изолиний двумерной автокорреляционной функции (ДАКФ). Считалось, что резкое изменение направленности аномалий ДАКФ в интервале «исходное поле – пересчет на 10 км» характерно для блоков неоднородного строения.

По результатам количественных расчетов магнитных аномалий построена карта изопахит платформенного чехла.

Для интерпретации материалов широко использованы собственные данные, фондовая и опубликованная литература по физическим свойствам горных пород [5, 8, 13, 19].

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Площадь работ охватывала Центральнo-Алданский, Суннагинский, Идюмо-Хайканский, Тырканский, Батомгский блоки Алданского щита, протерозойский Улканский вулканогенный прогиб, Учуро-Майскую впадину рифейского заложения, южное замыкание Юдомо-Майского перикратонного прогиба, частично – Билякчанский раннепротерозойский прогиб с Майским выступом докембрийского фундамента, раннедокембрийскую Становую складчатую область.

Принятое геолого-структурное районирование территории, в основном, отвечает широко известным и устоявшимся геологическим представлениям, основанным на практике среднемасштабного геокартирования. Вместе с тем, учтены новые данные, полученные в процессе поисково-оценочных, аэрогеофизических и геолого-прогнозных работ последних десятилетий, а также результаты анализа и обобщения имеющихся опубликованных и фондовых материалов.

В числе древнейших структурных элементов архейского фундамента выделены ядра литоплинтов ранней генерации, представленные Нимнырским, Сутамским, Верхнетимптонским, Тырканским и Верх-

неутукачанским блоками иенгской складчатой системы. Литоплинты поздней генерации представлены Тимптонской, Иджекской, Альванарской, Хайканской, Суннагинской, Омнинской, Батомгской зонами, Ингилийским выступом и Омнинским куполовидным поднятием тимптоно-желтулинской складчатой системы [14].

В пределах Становой складчатой области выделены выступы нижнеархейского складчатого основания Джугджурский и Брянтинский, и верхнеархейские блоки Удско-Майский, Купуринский, Иликанский. Структурно-стратиграфические соотношения становид и алданид остаются во многом дискуссионными и при настоящей степени изученности далеки от разрешения.

Литолого-стратиграфические комплексы и складчатая структура тимптоно-желтулинской системы, а также ее структурные соотношения с иенгским складчатым фундаментом наиболее полно изучены в пределах Эльконского и Дес-Леглиерского синклиналиев на восточном и юго-восточном обрамлении Нимнырского блока [2, 16, 22]. Имеющийся фактический материал позволяет аппроксимировать иенгскую и тимптоно-желтулинскую складчатые системы структурными ярусами в разрезе архея. Граница между этими ярусами располагается в основании федоровской серии, представляющей нижнюю часть тимптоно-желтулинского структурно-вещественного комплекса. Картирование федоровской серии и ее стратиграфических аналогов (альванарской, хударканской, нижнесуннагинской, среднекюрканской, одолинской свит) облегчается их карбонатно-базитовым составом, обусловившим относительно повышенную магнитную восприимчивость горных пород и выделение их в магнитном поле в виде системы магнитомаркирующих горизонтов и пачек (рис. 1). Морфология аномальных зон позволила определиться с условиями залегания магнитомаркирующих горизонтов и толщ. В частности, полноскладчатая Тимптонская зона во всей области своего развития характеризуется интенсивно дифференцированным напряженным магнитным полем. Тыркандинская зона характеризуется существенно моноклиналим залеганием магнитоактивных пачек, что объясняет четко выраженный полосовой, линейный характер магнитных аномалий [3, 5].

В западной части Учуро-Тырканского блока линейно-фестончатыми аномальными полями картируются центриклинально замыкающиеся линейные синклинали, выполненные породами хударканской свиты, несогласно перекрывающей купольно-блоковые иенгриды, представленные тырканской свитой. В силу своих крупных масштабов характеризуемая магнитомаркирующая толща отчетливо прослеживается под платформенными образованиями Учуро-

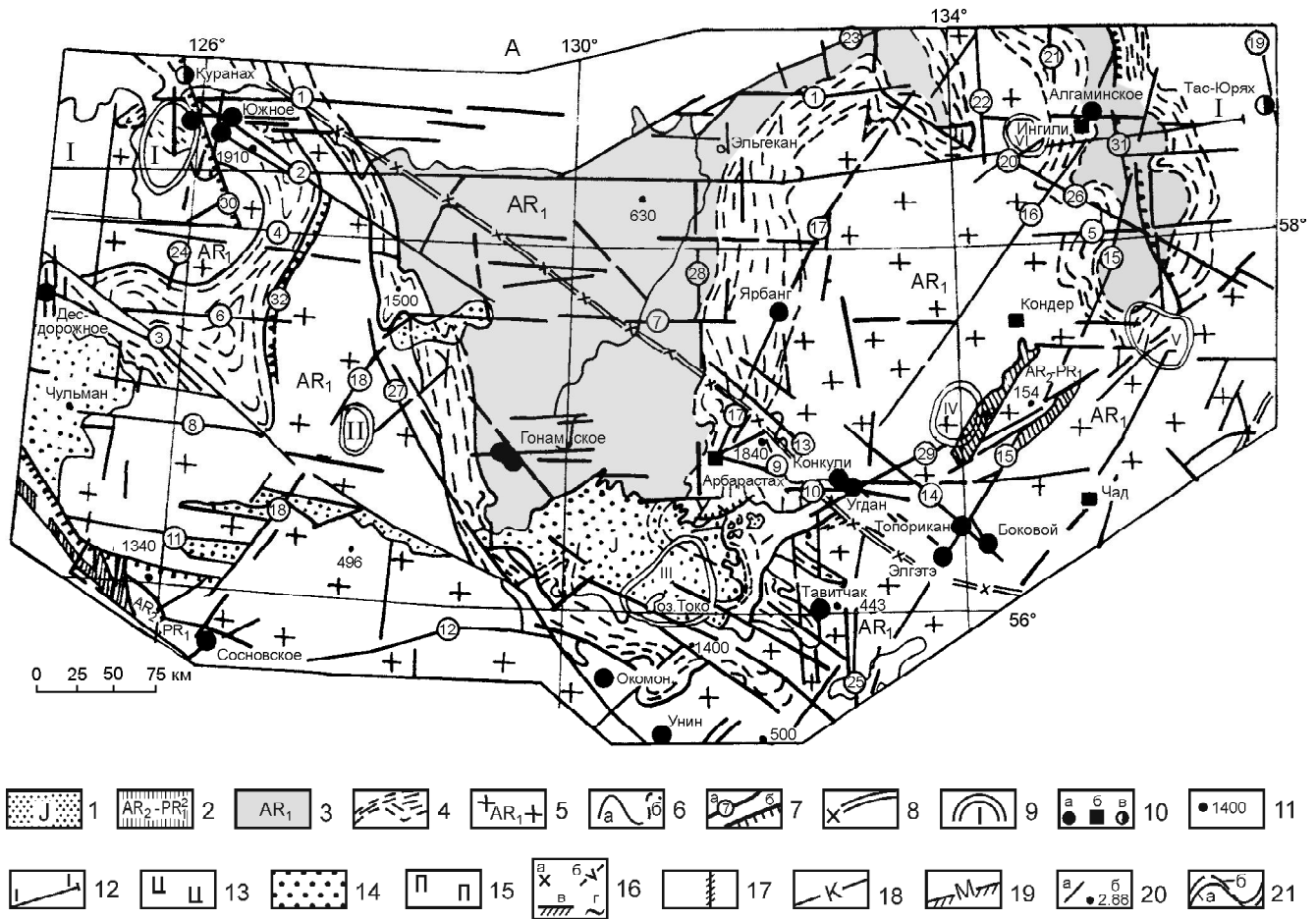


Рис. 1. Схема строения кристаллического фундамента центральной и восточной частей Алдано-Станового региона по геолого-геофизическим данным (А). Геолого-геофизический разрез по линии I – I (Б).

А) Условные обозначения на плане:

1 – мезозойские впадины; 2 – чумиканский структурно-вещественный комплекс шовных прогибов; 3 – тимптоно-желтулинский структурно-вещественный комплекс; 4 – магнитомаркирующий горизонт, сложенный мраморно-базитовыми и сланцев-гнейсовыми формациями федоровского структурно-вещественного комплекса; 5 – нижний структурный ярус, представленный иенгрским и курультино-гонамским структурно-вещественными комплексами; 6 – границы магнитомаркирующего горизонта (а), в т.ч. выделенные под чехлом платформенных отложений (б); 7 – основные разломы, выделенные по комплексу радиогеохимических и геофизических признаков и подтвержденные результатами поисковых и геологоразведочных работ (а): 1 – Североалданский, 2 – Русский (зоны Южная, Надеждинская, Федоровская и др.), 3 – Хаирский, 4 – Нимырский, 5 – Кавальканский; 6 – Хатыминский; 7 – Кет-Капский; 8 – Анамжакский, 9 – Толукский, 10 – Саргаттинский, 11 – Окурданский; 12 – Становой, 13 – Угданский; 14 – Улканский, 15 – Удыхыно-Маймаканский, 16 – Учуро-Майский, 17 – Аимо-Токинский, 18 – Гынымо-Хугдинский; 19 – Бурхалинский, 20 – Ингилийский, 21 – Маймакано-Хандыгский, 22 – Томпо-Устьмайский, 23 – Легденский, 24 – Центрально-Алданский (зоны Секущая, Ветвистая, Веселая и др.); 25 – Уянский (зоны Хоиктинская, Тавитчакская и др.); 26 – Среднемайский; 27 – Тыркандинский; 28 – Учурский; 29 – Чумиканский; надвиги (б): 30 – Куранахский, 31 – Нелькан-Билляхский, 32 – Тимптонский; 8 – разломы мантийного заложения, разделяющие блоки земной коры различной мощности; 9 – интенсивные минимумы гравитационного поля, соответствующие подкоровым узлам разуплотнения: I – Якутский, II – Верхнегынымский, III – Токинский, IV – Томптоканский, V – Нельканский, VI – Малокандыкский; 10 – месторождения, рудопроявления урана (а), уран-редкометалльные – U, Zr, Ta, Nb, Pt (б), золота (в); 11 – среднее значение магнитной восприимчивости метаморфических образований в геолого-структурных блоках; 12 – линия геолого-геофизического разреза I – I;

Б). Условные обозначения к разрезу:

13 – блоки, насыщенные малоплотными магматическими очагами и интрузивами мезозойского комплекса; 14 – платформенные образования и отложения протерозойских прогибов; 15 – инъективные коро-мантийные структуры, представленные зонами и центральными массивами щелочного-ультраосновного состава; 16 – структурно-вещественные комплексы архея: а) курультино-гонамский, б) иенгрский, в) федоровский, г) тимптоно-желтулинский; 17 – тектонические нарушения; 18 – поверхность Конрада; 19 – поверхность Мохоровичича; 20 – плотностные границы (а), подобранные значения плотности (б); 21 – графики Δg (а – исходное поле, б – расчетная кривая).

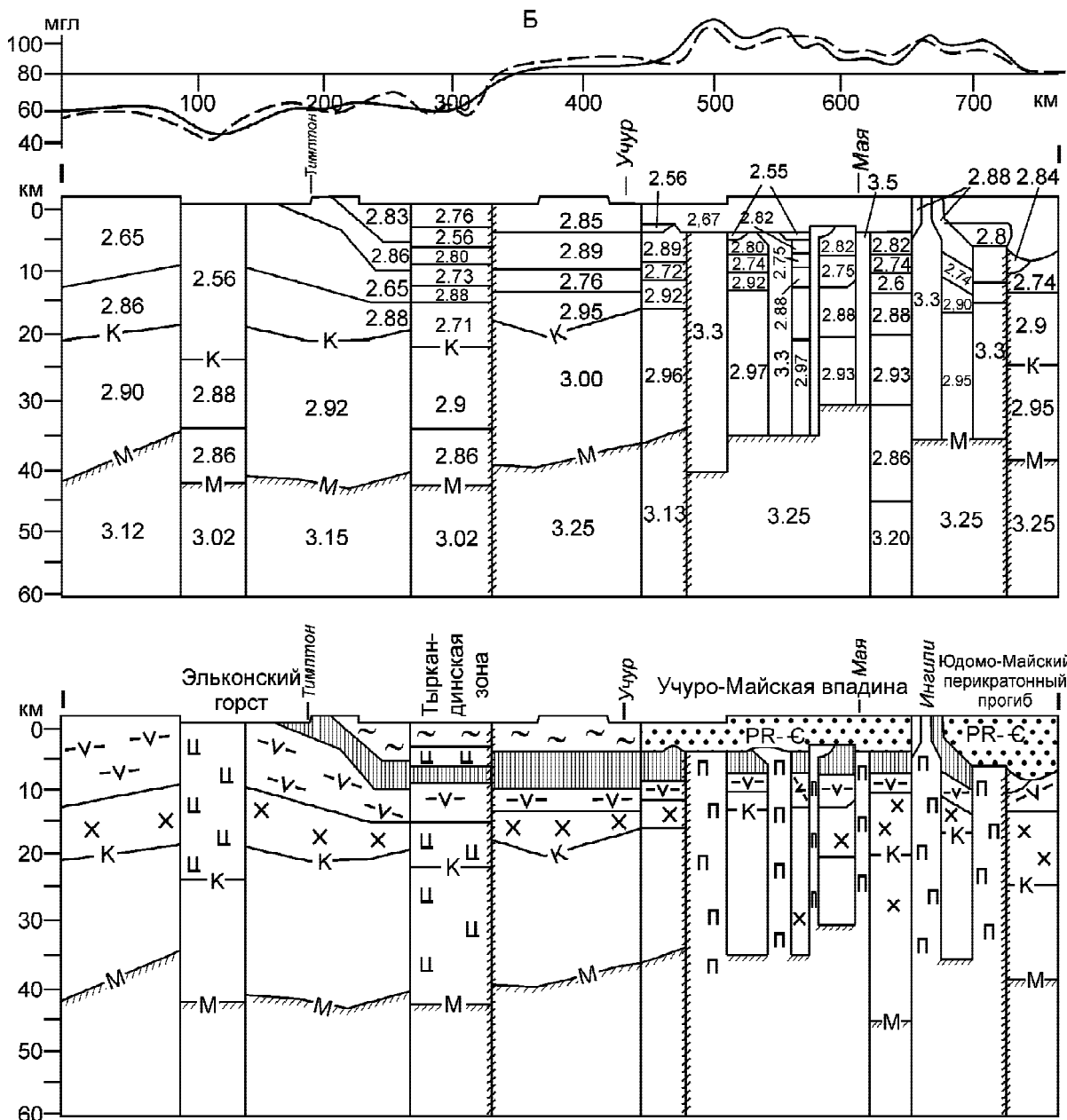


Рис. 1. Продолжение.

Майского прогиба вплоть до Нелькан-Билыхского субмеридионального-ССЗ линеамента, фиксирующего западный борт Юдомо-Майского перикратонного прогиба [3].

Региональный синклиновый характер Тимптоно-Джелтулинской складчатой системы подтверждается количественной интерпретацией гравитационного поля по широтному разрезу, от Эльконского синклинория на западе до Ингулийского массива на востоке (рис. 1). В соответствии с расчетами, подошва федоровской серии в центральных частях мега-синклинириев погружается до глубины 6 км от по-

верхности. Магнитомаркирующая толща тимптоно-желтулинского СВК в зоне Тырандинского разлома контролирует положение рудоносных площадей – Эльконской, Чайдахской, Гонамской, Тырано-Учурской, Идюмо-Хайканской и др.

В последнее время многие геологи, изучающие докембрий Алданского щита (А.М. Ларин, Н.В. Попов, В.И. Березкин и др.), высказывают мнение о раннепротерозойском возрасте пород тимптоно-желтулинского структурно-вещественного комплекса [11, 16, 23].

Позднеархейские шовные прогибы и грабен-синклинорные зоны, установленные в западной части Батомгского блока, выполнены зеленокаменными графитсодержащими толщами фибролитовых и двуслюдяных сланцев и гравелистых мусковитовых и двуслюдяных метапесчаников чумиканской серии.

Кроме того, в составе чумиканской серии выделяются амфиболиты, гранат-двуслюдяные гнейсы, прослои тремолитовых и диопсидовых мраморов, метапесчаники и метаконгломераты. Суммарная мощность отложений чумиканской серии превышает 2500 м. Грабен-синклинорные зоны ограничиваются СВ разломами, круто падающими на юго-восток и выполненными милонитами и диафторитами по архейским гнейсам. В пределах грабенов в породах чумиканской серии развиты крутые моноклинали с приразломными складками и зоны крутых изоклинальных складок, опрокинутых на северо-запад. Позднеархейские прогибы и грабен-синклинории, выполненные графитсодержащими породами низких степеней метаморфизма, имеют важное значение в качестве одного из определяющих факторов локализации месторождений “типа несогласия” в зонах рифейских структурно-стратиграфических несогласий (ССН).

Раннепротерозойские структуры представлены Улканским вулканогенным прогибом. В основании разреза в Улканском прогибе выделяется гекунданский комплекс габбродиабазов, свидетельствующий о глубинной природе раннепротерозойских структур. Осадочно-вулканогенный разрез Улканского прогиба представлен (снизу вверх) топориканской свитой аркозовых метапесчаников и улканской серией в составе улканской свиты (песчаники, трахибазальты) и элгэтэйской свиты (туфопесчаники, трахидациты, трахилипариты). Широко распространен элгэтэйский комплекс субвулканических интрузий и экструзивно-жерловых образований. В центральной части Улканского прогиба развиты интрузивные массивы щелочных гранитов и монзонитов, сопровождаемых зонами фенитизации и разнообразными гидротермально-метасоматическими образованиями.

Характерной особенностью раннепротерозойских вулканогенно-интрузивных формаций является отчетливо проявленная радиогеохимическая специализация в отношении урана, реже – урана и тория, а также редкометалльная и редкоземельная специализация, проявленная в формировании многочисленных рудопроявлений бериллия, ниобия и др. в щелочных метасоматитах и пегматитах [6, 7, 9].

В слиянии рек Улкана, Учюра, Саргатты установлено стратиграфическое перекрытие нижнепротерозойской элгэтэйской свиты уянской серией нижнего рифея [7]. Уянская серия представлена в своей нижней части трахиандезибазальтовой и конгломе-

рато-песчаниковой формациями в составе бириндинской свиты (0–150 м), далее – формацией олигомиктовых песчаников с золотоносными конгломератами в основании разреза, относимой к конкулинской свите (950 м), и карбонатно-песчаниково-алевролитовой формацией адаргайской свиты (до 180 м).

Разрез уянской серии по ряду признаков (золотоносность базальных толщ; медная, баритовая минерализация в тектонически нарушенной верхней части разреза, преимущественно олигомиктовый состав и большая мощность, превышающая 1,2 км) сопоставим с алевролитопесчаниковыми толщами поярковского протоавлакогена, представленного в пределах рассматриваемого региона Атугей-Нуямским, Давангра-Хугдинским, Мевочанским грабенами. По результатам количественной интерпретации геофизических аномалий предполагается продолжение грабен-синклинорных прогибов в ССВ направлении, где они уходят под платформенные отложения учурской серии в западной краевой части рифейского Учуро-Майского прогиба. В частности, здесь, по данным магниторазведки, выделены Юрехтэнский, Аимский, Чагдала-Метропольский, Мар-Кюельский, Алгомский, Нингам-Токинский и Муламский прогибы (рис. 2). Фрагмент западного борта Юрехтэнского прогиба в правобережье низовьев р. Учур представлен выходами медистых олигомиктовых песчаников и конгломератов предположительно конкулинской свиты, вверх по разрезу перекрытой известково-песчаниковой гонамской свитой. Неполная мощность конкулинской свиты достигает 300 м. В основании разреза выходит пачка кварцевых порфиров мощностью около 10 м, возможно, представляющая собой структурный выход элгетейской свиты [4, 14].

Обращает внимание частичное наследование раннерифейскими (конкулинскими) авлакогенами раннепротерозойских структур, например, в области полициклического Улканского прогиба, на восточном продолжении которого олигомиктовые метапесчаники конкулинской свиты слагают цепочку линейных грабенов в зоне субширотного Чадского глубинного разлома. Кроме того, отмечается смещение области развития раннерифейских прогибов в плане к центральным зонам тимптоно-желтулинского мегасинклинория, что также может являться одним из признаков геолого-структурной унаследованности архейских тектонических дислокаций раннерифейскими (конкулинскими).

Окончательная консолидация региона и переход к платформенному этапу развития происходит на рубеже формирования учурской серии рифея [14]. В основании платформенного чехла залегает гонамская свита. Платформенные отложения слагают обширный Учуро-Майский прогиб, который Омнинским поднятием расчленяется на две части – запад-

ную, сложенную уянской и учурской сериями, и точную, сложенную айманской, керпыльской, ландинской и уйской сериями рифея.

Максимальное погружение, сопровождавшееся накоплением средне- и верхнерифейских отложений и мощным верхнерифейским диабазовым магматизмом, происходило в Юдомо-Майском перикратонном прогибе. Силлы и дайки диабазов улаханбамского комплекса образуют здесь несколько субмеридиональных поясов, сопряженных с Биллях-Нельканским трансрегиональным разломом.

На рубеже рифея-венда развивается Ингилийское поднятие с одноименным массивом ультраосновных-щелочных пород в центральной части. Массивы пород аналогичного формационного типа развиваются в пределах Аимо-Токинского разлома (Арбарастах), определяя позднерифейскую редкометалльную металлогеническую эпоху [7, 9].

В северо-восточной части Юдомо-Майского прогиба выделяется венд-кембрийское Нетское поднятие, сложенное уйской серией рифея.

Венд-кембрийские отложения развиты на площади Алданской плиты значительно шире рифейских, выполняя самостоятельные прогибы – Гынымский, Южноякутский, а также слагая многочисленные эрозионные останцы на плоских вершинах Алданского нагорья.

В центральной части Учуро-Майской впадины венд-кембрийские погружения имеют унаследованный характер, развиваясь на флангах рифейских структур. К таковым относятся, например, Мар-Кюельская и Аимская впадины.

Первая интенсивная фанерозойская тектономагматическая активизация (ТМА) Алданского щита проявилась в девоне – карбоне [4]. Она сопровождалась подновлением СВ разломов и внедрением гигантских даек диабазов. Активизация сопряжена с формированием рифтогенных и складчато-надвиговых структур в соседнем Юдомо-Майском перикратонном прогибе.

Мезозойская тектономагматическая активизация привела к заложению угленосных наложенных впадин, к подновлению большинства существовавших разломов и формированию тектономагматических узлов и зон с соответствующим оруденением. [1, 5, 21]. В южной и восточной частях территории процессы ТМА были тесно связаны с развитием прогибов на границе с Амурским геоблоком и с формированием окраинно-континентальных вулканогенных поясов. Особенности ТМА центральной части территории определяют различия в металлогении и рудоносности центральных областей Алданского щита и его периферии. В развитии мезозойской ТМА выделяется два этапа – ранний (J_1 - J_2) и поздний (J_3 -

K_1). К раннему этапу относится формирование угленосных прогибов к северу от Чульмано-Гертандинской системы разломов и внедрение малых интрузий ороченского (гранит-граносиенитовый формационный ряд) и кет-капского (диорит-сиенитовый формационный ряд) комплексов. В южной и центральной частях площади располагаются наиболее крупные угленосные впадины: Чульманская, Токинская, Ытымджинская, Гонамо-Нуямская, и мелкие приразломные впадины: Гувилгринская, Токарикская, Кун-Маньенская. В центральной части площади, в Нимыро-Кеткапской зоне дислокаций, располагается Верхнегынымская впадина. В северной части, в зоне Североалданского разлома, проявлены Якокутская и Куранахская впадины, а также отдельные погружения в северной и северо-восточной частях региона – в пределах Нельканской чешуйчато-надвиговой зоны и в тектонически осложненном южном крыле Среднеленской синеклизы, в районе Легденского горста (рис. 1, 4).

Второй этап мезозойской ТМА характеризуется развитием гипабиссального магматизма и общей инверсией тектонических движений [5, 14]. Последовательность магматизма следующая: 1) лейцитит-трахитовая формация; 2) формация щелочных габброидов, нефелиновых сиенитов (алданский комплекс); 3) щелочно-гранитовая (эльконский комплекс) [21]. На востоке территории, в области сопряженной активизации, развиты образования диорит-гранодиоритовой формации урахаинского комплекса (Ставец, 1982).

В мезозойской активизации Становой области также выделяются два этапа, соответствующие по времени проявления центральноалданским. С первым из них связано становление пояса гранитоидных плутонов на фоне сводово-глыбовых движений. Второй этап проявился в форме локального впадинообразования и линейно-прерывистых плутоногенно-вулканогенных ареалов талгыгского и ираканского комплексов [14].

В области ТМА Алданского щита выделяются следующие тектономагматические узлы (ТМУ), представленные интрузивно-гипабиссальными образованиями: Центрально-Алданский (в пересечении Североалданской и Центральноалданской зон разломов), Эвогинский, Тыркандинский (Желтулакский), Омнинский узлы и Кет-Капская зона магматизма (в Нимыро-Кеткапской и Олекмо-Тимптонской зонах разломов), Ломамский (Чайдахский) и Гонамский узлы (в пределах Чульмано-Чадской зоны разломов). Результаты интерпретации АГСМ-данных в целом подтверждают известные представления о контроле мезозойских магматических узлов ортогональной сетью разломов [21]. В то же время, обращает на себя внимание приуроченность крупнейших

тектоно-магматических узлов к тектонически нарушенной юго-западной границе тимптоно-желтулид, где в пределах северо-западной полосы шириной 70–130 км проявлены четыре из наиболее крупных и дифференцированных ТМУ – Центрально-Алданский, Тыркандинский, Ломамский (Чайдахский) и Гонамский. Контрастные крупноамплитудные перемещения тектонических блоков здесь происходили уже на первом (J_1 - J_2) этапе активизации, поскольку все перечисленные ТМУ сопровождаются юрскими наложенными впадинами – Якокутской, Верхнегынымской, Ытымджинской и западной частью Токинской впадины. На юго-восточном фланге рассматриваемая зона активизации проявлена в становидах, в полосе Окононского разлома.

Расположенные в центральной части рифейского Учуро-Майского прогиба Омнинский, Томптоканский тектоно-магматические узлы и Кеткапская зона структурно приурочены к крупнейшим Уянскому, Томптокано-Чабдинскому и Кеткапскому разломам.

Тектоническая “рама”, в пределах которой развиваются складчато-блоковые структуры иенгрид и зоны раннеархейской гранитизации, представлена ортогональной сетью разломов [12, 13]. Эти структуры выделяются при интерпретации геофизических данных в виде гравитационных ступеней, ограничивающих “тяжелые”, большей частью не выходящие на дневную поверхность блоки курультино-гонамского структурно-вещественного комплекса (СВК) среди “легких” глиноземисто-кварцитовых, интенсивно гранитизированных иенгрид. В пределах тимптоно-желтулинской системы “тяжелые” блоки представлены карбонатно-базитовыми формациями федоровского и тимптонского СВК. Не менее отчетливо ортогональная сеть разломов проявлена на картах аномальной составляющей урана (ANFAC U) и в магнитном поле. По комплексу геофизических признаков и геологическим данным в пределах изученной территории с севера на юг выделены близкие по морфологии Североалданская, Нимыро-Кеткапская, Олекмо-Хатыминская и Анамжаско-Толукская зоны разломов, а также более сложно построенные Окурданская и Становая.

Североалданский разлом отчетливо проявлен в гравитационном поле. В виде системы кулисообразных ступеней, ограничивающих тяжелые блоки, разлом прослеживается в пределах Алданской плиты, в т.ч. и под платформенными отложениями Учуро-Майской впадины [13]. В басс. р.Тимптон и в пределах Эльконского рудного района разлом четко выделяется аномалиями ANFAC U и уран-калиевого фактора. В Эльконском рудном районе в системе Северо-Алданского разлома детально изучены четыре субпараллельные крутопадающие зоны бластомило-

нитов широтного простирания мощностью в десятки и сотни метров каждая, расположенные с шагом в 7–14 км и, в совокупности со складчатыми структурами, представляющие Североалданскую зону складчато-разрывных дислокаций общей мощностью около 30 км.

Чульмано-Гертандинская система разломов отличается от других широтных разломов постмезозойским временем максимальной активизации и положим падением в южном направлении. По надвигам этой системы блоки архейских пород на десятки километров перемещены на север, образуя тектонические покровы на юрских угленосных образованиях Чульманской и Токинской впадин.

Становая система разломов, представленная Туксанийским, Нижнеларбинским и Становым разломами, в отличие от остальных широтных структур, характеризуется мощным проявлением зеленокаменных диафоритов.

Не менее отчетливо, по данным гравиразведки, проявлены в иенгридах субмеридиональные глубинные разломы. В структурах тимптоно-желтулид такие разломы более отчетливо выражаются в полях аномальных концентраций урана. На площадях, перекрытых платформенными отложениями, ортогональная сеть разломов установлена с использованием количественной интерпретации гравитационных аномалий методом погоризонтного анализа простирания изолиний двумерной автокорреляционной функции (в интервале “исходное поле” – пересчет на 10 км). В результате проведенных работ на площади, в направлении с запада на восток, выделены Центральноалданская, Нуямская, Сеймдже-Оллонгринская, Учурская, Курунгская (Нюкари-Мустаканская), Хоиктинская, Уянская, Томптокано-Чабдинская зоны дислокаций. Кроме того, по геологическим данным в восточной части площади выделены Томпо-Устьмайский, Маймакан-Хандыгский, Бурхалинский и Билякчанский разломы. Юдомо-Майский прогиб с запада ограничивается Нельканским разломом, сопрягающимся с трансрегиональной Билякской зоной разломов в восточном ограничении Сибирской платформы.

Морфология и вещественный состав меридиональных разломов детально изучен в пределах Центрально-Алданского и Тыркано-Учурского районов. Во всех случаях это широкие, от 10 до 30–40 км, полосы сближенных субпараллельных, кулисообразных, нередко ветвящихся крутопадающих зон катаклаза, брекчирования, с признаками древнего заложения и неоднократного подновления. Нередко эти нарушения выступают в роли глубинных блокоограничивающих разломов, например, Якокутский разлом, отделяющий Верхнеякокутский грабен от Эльконского свода-горстового поднятия; Уянская зона

разломов, отделяющая Омнинское поднятие от Мар-Кюельской впадины и др.

Тимптоно-желтулинская система характеризуется интенсивным проявлением диагональной сети разломов. Это, прежде всего, ССЗ Русская и Тыркиндская зоны разломов. Тимптонский надвиг и субпараллельный основному Тыркинскому шву Мамулайский разлом [18]. Из крупнейших разломов СЗ простирания выделяются Улканская зона, наследующая простирание Учурского прогиба, и фрагменты Хаирской зоны разломов, на юго-восточном фланге выделяемые под названием Окононского и Туксаньского разломов.

Разломы СВ простирания несут признаки рифейской активизации, контролируя ультраосновные-щелочные массивы центрального типа и поздне-рифейские грабены (Аимо-Токинский, Учуро-Майский, Удыхано-Маймаканский разломы, Гынымо-Хугдинская, Легденская зоны разломов).

Становиды в пределах изучаемой территории характеризуются сетью диагональных разломов, среди которых выделяются межблоковые северо-западные Унахинский, Сугджарский, Окононский глубинные разломы и юго-западные фланги Удыхано-Маймаканского и Гынымо-Хугдинского разломов. Пользуются развитием рудоконтролирующие меридиональные разломы [10, 12].

Особенности глубинного строения территории установлены по гравиметрическим данным с привлечением сейсмических [2, 12, 18]. По этим расчетам поверхность Мохо прослеживается на глубинах 36–39 км – на востоке щита, до 42 км – на западе, и от 38 км – на севере до 43 км – на юге. Поверхность Мохо испытывает локальные подъемы и опускания с амплитудой 2–8 км и с периодами 80–200 км. В соответствии с этими данными, в восточной части Алданского щита, включая Идюмо-Хайканский и Тыркинский блоки, собственно “гранитный” слой на 5 км меньше по мощности, по сравнению с центральной частью щита, а расчетная средняя плотность “гранитного” слоя $G_{cp} = 2,69$ г/см³ свидетельствует о гранито-гнейсовом составе слагающих его образований. Этими особенностями глубинного строения объясняется уменьшение объема гранитоидов в составе ультраметаморфических комплексов восточной и северо-восточной части щита, по сравнению с центральной и юго-западной, наиболее гранитизированной его частью.

Структуры коромантийного заложения представлены региональными разломами, разделяющими блоки земной коры разной мощности, полосовыми зонами разуплотнения и кольцевыми астеносферными структурами [12, 15, 19]. Кроме того, выделяются инъективные коромантийные структуры, представленные кольцевыми интрузиями и штоками ще-

льно-ультраосновного состава, массивами пироксенитов и горнблендитов, гигантскими дайками диабазов.

Граница раздела областей с разным уровнем поверхности Мохо прослеживается в СЗ направлении вдоль Улканской и Русской зон разломов [18].

Полосовые зоны разуплотнения ориентированы в СЗ и ССВ направлениях. Северо-западные аномальные зоны сконцентрированы в ЮЗ части региона. Наиболее контрастно выделяющаяся аномальная полоса соответствует Становой зоне разломов.

Поперечные зоны разуплотнения субмеридионального – ССВ простирания характерны для участков проявления аналогично ориентированных зон разломов Центрально-Алданского, Гынымо-Хугдинского, Алгомского-Учурского, Уянского и Томпото-Чабдинского.

РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Методика районирования

Радиогеохимическое поле региона имеет сложный характер, обусловленный широким проявлением разновозрастных геологических процессов, нарушающих первично-конституциональное распределение радиоактивных элементов.

При анализе карт отчетливо выделяются участки аномальных (> утроенной погрешности измерений) и повышенных (> 1.3 погрешности) содержания радиоактивных элементов, которые, по мнению А.А. Смыслова [17], обусловлены влиянием метаморфических и гидротермальных преобразований горных пород, что в настоящее время является достаточно хорошо установленным фактом. Наложение на неизменные горные породы эпигенетических гидротермально-метасоматических изменений приводит к интенсивной миграции и переотложению радиоактивных элементов при вовлечении в эти процессы значительных объемов земной коры. Поскольку эти изменения связаны, как правило, с внешними, наиболее объемными и малоконтрастными зонами метасоматической колонки, они практически не улавливаются при геологическом картировании поверхности, но успешно выявляются высокочувствительными гамма-спектральными методами за счет нарушения первично-конституциональных связей между радиоактивными элементами. Для выделения аномальных составляющих урана, тория, калия и расчета отношений радиоактивных элементов (Th/U, U×K / Th), дополнительно используемых при радиогеохимических построениях, применена программа ANFAC (анализ факторов).

Районы и участки проявления рудоформирующих эпигенетических процессов, приводящих к воз-

никновению локальных концентраций урана, золота, молибдена и редкометалльно-редкоземельной минерализации, как правило, совпадают с площадями перераспределения радиоактивных элементов, так как обусловлены одними и теми же факторами, а именно – процессами интенсивного эпигенетического преобразования больших объемов земной коры в процессе гидротермально-метасоматической деятельности, сопровождаемыми привнесом ряда элементов вплоть до формирования промышленных концентраций.

Выделенные в результате машинной обработки АГС-данных поля аномальных и повышенных концентраций радиоактивных элементов не располагаются более или менее равномерно по территории карты, а концентрируются в виде отдельных зон, областей и узлов, занимая при этом определенную структурную позицию.

При ранжировании этих полей в иерархической последовательности нами выделяются радиогеохимические зоны, районы и узлы.

Наиболее крупные радиогеохимические подразделения – радиогеохимические аномальные зоны – контролируются крупными зонами разломов с наложенными эпигенетическими гидротермально-метасоматическими процессами, приведшими к формированию первичных ореолов рассеяния главным образом урана и калия в виде широких полей их повышенных содержаний.

Более дробными радиогеохимическими подразделениями являются радиогеохимические районы и узлы, выделяемые в большинстве случаев внутри радиогеохимических зон и приуроченные к узлам и зонам тектонической и тектоно-магматической активизации с интенсивным перераспределением радиоактивных элементов. Узлы обычно являются частью радиогеохимических районов, но иногда приобретают и самостоятельное значение.

Как было сказано выше, радиогеохимические зоны, районы и узлы могут отождествляться с металлогеническими подразделениями, в пределах которых концентрируется ряд рудных месторождений. В некоторых из них уже выявлены промышленные месторождения урана, золота, редких и редкоземельных элементов. Остальные являются, по ряду критериев, потенциально перспективными рудоносными зонами, районами и узлами на целый ряд рудных элементов.

В основу металлогенических подразделений положены рекомендации И. Н. Томсона [20] и выделены следующие соподчиненные металлогенические подразделения: рудоносная зона (область), рудоносная подзона, рудный район, рудный узел, рудное поле. Для каждого металлогенического подразделе-

ния дается ориентировочная площадь (от 150 тыс. км² до 80 км² соответственно).

Восточная часть Алдано-Станового геоблока

В восточной части изученного региона наиболее широкое распространение получили рудные объекты раннепротерозойской, рифейской, в меньшей мере – позднепалеозойской металлогенической эпох. Радиогеохимические аномалии (РГХ) установлены в породах кристаллического фундамента, в терригенно-вулканогенных прогибах раннего протерозоя, в платформенных отложениях рифея – фанерозоя, а также в зонах структурно-стратиграфического несогласия между фундаментом и платформенным чехлом.

В венд-кембрийском плитном комплексе выделена Аимо-Алданская рудоносная область в составе Ингилийского рудного района, перспективных Аимского и Легденского районов, Эльгейского и Кандыкского радиогеохимических полей (рис. 2). Геолого-структурная позиция рудоносной области в целом и отдельных перспективных районов определяется их расположением в зоне влияния Североалданского глубинного разлома и приуроченностью к узлам пересечения с разломами северо-восточной ориентировки – Аимо-Токинским (Аимский РГХ район с расположенным на его периферии Челакинским РГХ узлом), Учуро-Майским (Ингилийский рудный район с Алгоминским уран-циркониевым месторождением).

Ингилийский РГХ район (1200 км²) располагается в юго-восточной части Аимо-Алданской области, в узле пересечения Североалданского разлома с Учуро-Майским диаклазом. Ураноносность Ингилийского РГХ района определяется многочисленными проявлениями уран-циркониевого оруденения в вендских отложениях. Кондиционных параметров редкометалльное оруденение достигает на месторождении Алгоминском в 10–12 км к северо-востоку от Ингилийского ультраосновного-щелочного массива. Калиевые аномалии мало характерны для Ингилийского района и отмечаются лишь на СЗ его периферии, в связи с выходами пород лахандинской свиты рифея среди вендских отложений.

В 20 км к северо-востоку от Ингилийского района выделяется аналогичное ему по контрастности аномалий Кандыкское РГХ (85 км²) поле.

Аимский РГХ район (3000 км²) располагается в западной части Аимо-Алданской области. Контурь района определяются Аимо-Токинским разломом и выходами битуминозных доломитов нижнего кембрия. В юго-восточной части района выделяется Челакинский РГХ узел (80×15 км), объединяющий наиболее контрастные урановые аномалии. В своей СВ части аномальная зона следует вдоль дайки диа-

базов, внедрившейся в зону Аимо-Токинского разлома. Локальные аномалии урана имеют площадь до 20–30 км² и ориентированы в северо-восточном и субширотном направлениях. По ряду признаков предполагается развитие уранового и полиметаллического оруденения в СВ зонах дробления, а также в основании венд-кембрийского плитного комплекса.

Легденский РГХ район охватывает восток-северо-восточную часть одноименного горстового сооружения, в центральной части которого известны выходы рифейских терригенных пород среди известняков венда – кембрия. Перспективы рудоносности Легденского горста, кроме аэроданных, подчеркиваются аномальными концентрациями урана в водных пробах, в сопровождении бария, цинка, ванадия, мышьяка, лития и др. элементов.

В зонах предрифейского ССН и в смежных блоках архейского фундамента выделены Тырканно-Маймаканская рудоносная зона, Учурская рудоносная область и Чумиканская рудоносная подзона (рис. 2). Перспективы этих структур связаны с выявлением рудных образований в связи с рифейской (R_{1,2}) металлогенической эпохой как в зонах ССН, так и в блоках дорифейского фундамента.

Тырканно-Маймаканская рудоносная зона контролируется долгоживущими региональными разломами северо-восточного и субмеридионального простирания, развитыми в ЮВ краевой части Сибирской платформы: Удыхано-Маймаканским, Билякчанским, Бурхалинским и др. [7].

С учетом результатов интерпретации аэрогадигеохимических данных, в пределах зоны выделяются Тырканно-Учурский (Au, U), Учуро-Маймаканский (U, Be, Au, Pt, Nb, Ta) рудные районы, Челасино-Батомгский (U), Майский (U, Au, F) и Горбуканский (U) потенциально рудные районы.

В Тырканно-Учурском районе выделены Тавитчакский, Удюмканский, Хоиктинский и Уянский радиогеохимические узлы с преобладающей урановой специализацией. Перспективы ураноносности связаны с Удюмканским РГХ узлом (650 км²) в ЮЗ части района. Локальными аномальными концентрациями урана здесь картируются недоизученные рудопрооявления урана Удюма I, II, Кагкан и др., локализующиеся преимущественно в контактах крутопадающих даек диабазов маймаканского (PR₁) комплекса.

В Хоиктинском РГХ узле установлены признаки комплексного золото-уранового оруденения, сменяющегося в южном – юго-западном направлении собственно золоторудными проявлениями среди протерозойских гранитоидов улканского комплекса.

Учуро-Маймаканский комплексный рудный район площадью около 11 тыс. км² объединяет радиогеохимические районы, узлы и поля, имеющие, в

основном, урановую и калий-урановую специализацию. Южная часть рудного района охватывает раннепротерозойский Улканский прогиб, северная – приходится на активизированную западную окраину Батомгского блока (рис. 3).

В составе этого рудного района выделяются два РГХ района – Улканно-Учурский и Бириндинский, и несколько узлов – Утукачанский и др. Аномалиями ANFAC U Улканно-Учурский РГХ район (1000 км²) прослеживается на 90 км в СВ направлении, вдоль Удыхано-Маймаканского разлома. Ширина аномальной зоны составляет 5–17 км. Контрастными урановыми и уран-калиевыми аномалиями выделяются Элгетейское и Топориканское рудные поля (Mo, U). Определяющей рудной формацией в Улканно-Учурском районе является молибден-урановая в основании нижнепротерозойского платформенного чехла и в активизированных разломах фундамента [7, 9].

Бириндинский РГХ район (600 км²) охватывает центральную и восточную части Улканского массива щелочных гранитов и граносиенитов (PR₁). Контрастными урановыми аномалиями площадью 20–40 км² фиксируются блоки эйситизированных пород, включающие редкометалльно-урановые рудопрооявления Тангукта, Боковое, а также участки редкометалльных (Nb, Ta, Be и др.) месторождений Ныгваган, Бугиндя и др. [9]. В северной части района уран-калиевыми аномалиями картируются блоки аргиллизированных пород с золотым оруденением в широтных надвигах, развитых в экзоконтактовой зоне Улканского массива.

Утукачанский РГХ узел (440 км²) располагается на участке развития раннепротерозойских терригенных образований Чумиканского грабен-синклинория. Локальными урановыми аномалиями площадью в первые десятки квадратных километров фиксируются поля радиогеохимически специализированных мусковитовых и двуслюдяных кварцито-сланцев на рудопрооявлениях Утукачан и Утукандя. Радиогеохимическая специализация блока подчеркивается развитием жильных тел редкометалльно-урановых карбонатитов (р-ние. Инган и др.).

Челасино-Батомгский потенциально урановорудный район объединяет ряд радиогеохимических узлов калий-урановой природы – Джаглагда-Челасинский, Одолинский и др., расположенных в зоне среднерифейского ССН вдоль северной границы Батомгского блока.

Одолинский РГХ узел (70 км²) в междуречье Одолы-Батомги объединяет интенсивную калиевую и сблизенные с ней урановые аномалии в зоне ССН между терригенными отложениями майльской свиты рифея и архейскими мигматитогнейсами маймаканской свиты. В аналогичной ситуации размещаются

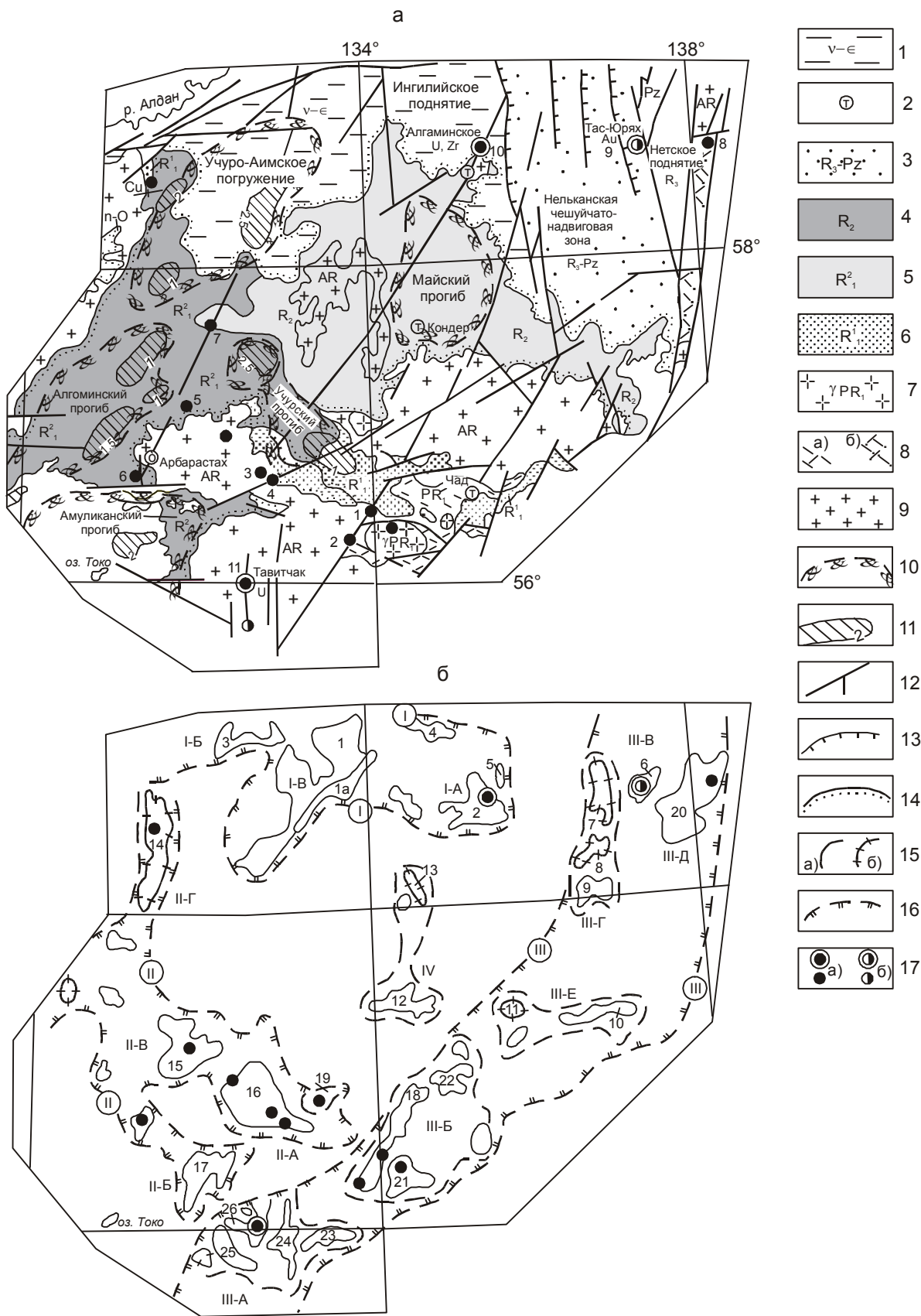


Рис. 2. Структурные элементы протерозойского и палеозойского этапов развития восточной части Алдано-Станового геоблока (а) и металлогеническое районирование на основе аэрорадиогеохимического картирования (б).

1 – терригенно-карбонатные отложения плитного комплекса кембрия – венда; 2 – ультраосновные, щелочные массивы центрального типа; 3 – терригенные отложения верхнего рифея (лахандинская, уйская серии) и рифея, развитие преимущественно в пределах Нельканской чешуйчато-надвиговой зоны и Нетского поднятия; 4 – песчаниково-битуминозно-карбонатные отложения среднего рифея (керпыльская, аимчанская серии); 5 – карбонатно-терригенные отложения учурской серии нижнего рифея; 6 – терригенные отложения уянской серии нижнего рифея; 7 – порфиридные граниты, граносиениты, щелочные сиениты и граниты улканского комплекса раннего протерозоя; 8 – нижнепротерозойские осадочно-вулканогенные образования: а) элгетейский комплекс, б) нельбачанская серия; 9 – породы архейского кристаллического фундамента; 10 – структурные осложнения Учуро-Майской впадины: Учуро-Аимское погружение; Алгоминский, Амуликанский, Учурский прогибы нижнего рифея, Майский прогиб среднего – верхнего рифея; 11 – локальные погружения платформенного чехла по данным расчетов глубин верхних кромок намагнитченных тел (2 км – расчетная мощность платформенного чехла); 12 – зоны разломов; 13 – зоны надвигов в платформенном чехле; 14 – зоны структурно-стратиграфического несогласия; 15 – радиогеохимические районы, узлы и поля урановой (а), калий-урановой (б) природы радиоактивности: в породах венд-кембрийского плитного комплекса – Аимский (1), Ингилийский (2) районы, Легденское (3), Эльгейское (4), Кандыкское (5), Тас-Юряхское (6) поля, Челакинский (1а) узел; в породах верхнего – среднего рифея – Тайма-Кирбинский (7) район, Диктандинский (8), Кавальканский (9), Джаглагда-Челасинский (10), Одолинский (11), Чумиканский (12), Омнинский (13) узлы; в зонах предрифейского несогласия – Юрехтенский (14), Кусачан-Юряхский (15), Конкулинский (16), Амуликанский (17), Улкан-Учурский (18) районы, Адаргайский (19) узел; в комплексах нижнего протероя – Горбуканский (20), Бириндинский (21) районы, Утукачанский (22), Уянский (23) узлы; в породах нижнеархейского фундамента – Хоиктинский (24), Удюмканский (25), Тавитчакский (26) узлы; 16 – границы рудоносных областей и зон: I – Аимо-Алданская рудоносная область в породах венд-кембрийского плитного комплекса (U, Zr, W, Zn), I-A – Ингилийский рудный район (U, Zr); I-B – Легденский, I-B – Аимский перспективные районы; II – Учурская рудоносная область, связанная с предрифейским структурно-стратиграфическим несогласием, перспективные рудные районы II-A – Конкулинский (U, V, Au), II-B – Амуликанский (U, Au), II-B – Кусачан-Юряхский (U, P), II-Г – Юрехтенский (U, Cu); III – Тыркано-Маймаканская рудоносная зона, связанная с рифейской и раннепротерозойской тектоно-магматической активизацией, III-A – Тыркано-Учурский рудный район (U, Au), III-B – Учуро-Маймаканский рудный район (U, V, Au, Pt, Nb), III-B – Тас-Юряхский золоторудный узел; перспективные рудные районы III-Г – Нельканский (U, F, Au), III-Д – Горбуканский (U), III-E – Челасино-Батомский (U); IV – Чумиканская рудоносная подзона; 17 – месторождения, рудопроявления урана (а), золота (б): 1 – Топорикан, 2 – Элгете, 3 – Конкули, 4 – Угдан, 5 – Тройка, 6 – Ойгу, 7 – Ярбанг, 8 – Ангор, 9 – Тас-Юрях, 10 – Алгаминское, 11 – Тавитчак.

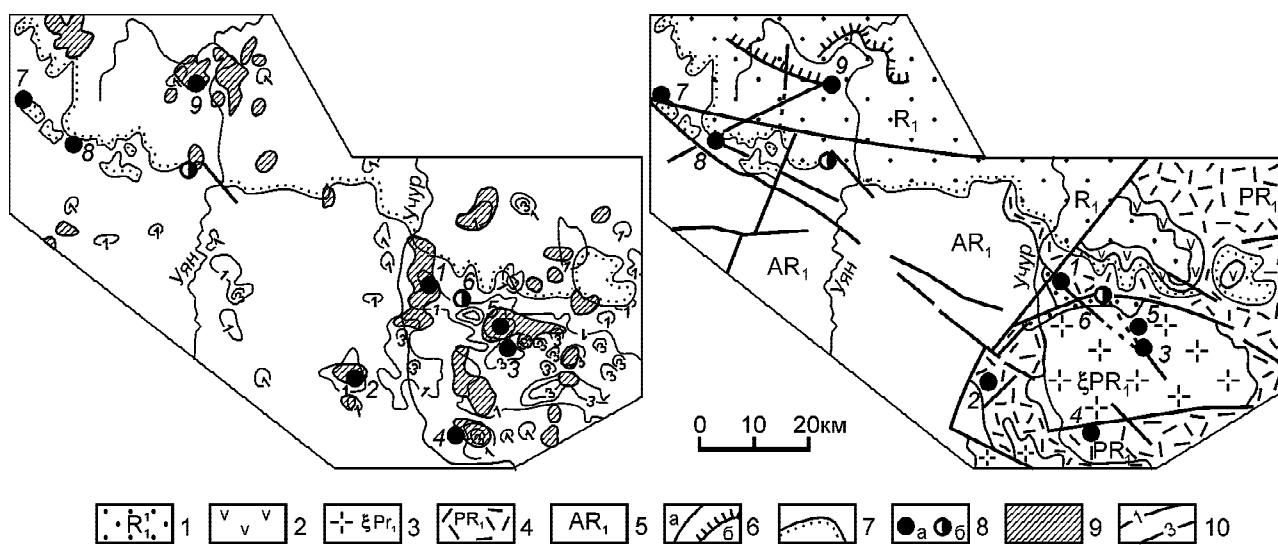


Рис. 3. Карта аномальной составляющей урана и мультипликативного показателя (U·K)/Th (а), схематическая геологическая карта (б) ЮВ части Учурского прогиба.

Рудопроявления: 1 – Топорикан, 2 – Элгете, 3 – Боковое, 4 – Тангукта, 5 – Бириндя, 6 – Широтное, 7 – Конкули, 8 – Угдан, 9 – Адаргай.

1 – терригенные отложения уянской серии нижнего рифея – адаргайская, конкулинская, бириндинская свиты; 2 – щелочные базальтоиды гарындинского комплекса; 3 – Улканский массив порфиридных гранитов, граносиенитов, щелочных сиенитов и гранитов раннего протерозоя; 4 – улканская серия нижнего протерозоя, кислые эффузивы, туффиты, песчаники элгетейской свиты; 5 – гранулит-гнейсовые и мраморно-гнейсовые образования архея; 6 – крутопадающие тектонические нарушения (а), чешуйчато-надвиговые структуры (б); 7 – граница структурно-стратиграфического несогласия в основании уянской серии рифея; 8 – рудопроявления урана (а), золота (б); 9 – аномалии мультипликативного показателя (U·K)/Th; 10 – изолинии аномальной составляющей урана.

аномальные объекты Даглагда-Челасинского узла в междуречье Игникана-Челасина (550 км²).

Нельканский потенциально золото-урановый район (2600 км²) выделяется на южном замыкании Нельканской чешуйчато-надвиговой структуры и прослеживается в субмеридиональном направлении на 130 км при ширине в 15-35 км. В северной части развиты аномалии калия и урана, в т. ч. в районе известных проявлений золотого оруденения (Беринда и др.); в южной части преобладают аномальные объекты урановой специализации.

В Нельканском рудном районе выделены Тайма-Кирбинский РГХ район, Кавальканский и Диктандинский РГХ узлы.

Тайма-Кирбинский РГХ район (550 км²) включает четыре ореола повышенных содержаний урана, площадью 20–30 км² каждый, совпадающие с участками концентрации даек и силлов рифейских диабазов. По периферии урановых аномальных полей проявлены зоны повышенных значений калия. В северной части площади урановые и калиевые аномалии совпадают. Повышенная радиогеохимическая дифференциация указывает на многообразие типов радиогеохимически специализированных комплексов горных пород и аномальных объектов, представленных на площади. Среди них выделяются своими масштабами зоны гематитизации и бокситоносные коры выветривания в основании верхнерифейской лахандинской серии.

Кавальканский РГХ узел (360 км²) контролируется пересечением субширотного Кавальканского глубинного разлома с серией субмеридиональных надвигов в пределах кандыкской и усть-кирбинской свит уйской серии верхнего рифея. Площадь выделяется своей насыщенностью силлами диабазов рифея, дайками девонских диабазов и интенсивными урановыми аномалиями.

Диктандинский РГХ узел (250 км²), тяготеющий к зоне широтного разлома, характеризуется калий-урановой специализацией аномалий, подобно аномалиям Тайма-Кирбинского РГХ района.

Характерной особенностью Нельканского рудного района в целом является обычно отмечаемая пространственная связь аномальных ореолов с узлами и зонами рифейского диабазового магматизма. Повышенные концентрации урана отмечаются при этом по всему разрезу рифея – от аимчанской серии на юге до уйской серии в северной ее части.

Горбуканский РГХ район (1800 км²) охватывает протерозойские складчато-блоковые образования Билякчанского прогиба. Северная часть района характеризуется уран-калиевой специализацией. Локальные аномалии уран-калиевого фактора имеют площадь 3–40 км², вытянуты в меридиональном на-

правлении на 6–8 км и связаны с массивами субщелочных граносиенитов в низовьях р. Нудыми и ураноносными минерализованными зонами разломов. На северо-восточном фланге площади среди нижнепротерозойских отложений установлено урановое рудопроявление Ангор. Южная и юго-западная часть района характеризуется урановыми и уран-калиевыми аномалиями в зонах рифейского диабазового магматизма. Палеозойские рифтогенные структуры, vyplненные породами ордовика – карбона, выделяют ториевыми аномалиями (ANFAC Th).

В числе перспективных урановорудных формаций в пределах Горбуканского РГХ района предполагается урановая, золото-урановая в минерализованных разломах в связи с раннепротерозойской ТМА.

Тас-Уряхское радиогеохимическое поле (Ш-В, 120 км²), вместе с Тайма-Кирбинским и Горбуканским РГХ районами контролируется Североалданской зоной разломов, проявленной в породах платформенного чехла в виде минерализованных зон субширотного и северо-восточного простирания. Некоторые из этих структур, выделяющиеся в радиогеохимическом поле по ориентировке изолиний ANFAC U, несут промышленное золотое оруденение на месторождении Тас-Юрях [7].

Учурская рудоносная область располагается на запад-юго-западной периферии Учуро-Майской впадины (рис. 2). Радиогеохимические районы, узлы и поля данной области локализуются в краевых частях унаследованных рифейских прогибов – Учурского, Алгоминского и Амуликанского и контролируются зонами предконкулинского (R¹) и предгонамского (R²) ССН. В числе крупнейших радиогеохимических аномалий в пределах Учурской области выделяются Юрехтенский, Кусачан-Юряхский, Конкулинский, Амуликанский радиогеохимические районы, соответствующие одноименным потенциально рудным районам, перспективным на выявление месторождений урана “типа несогласия” в предрифейской зоне ССН [7].

Юрехтэнский РГХ район (1300 км²) расположен в правобережье нижнего течения р. Учур, где прослеживается в борту Учуро-Майской впадины в виде субмеридиональной полосы шириной 8–23 км и протяженностью 90 км. Северная часть района локализована в узле пересечения Североалданской зоны разломов широтного простирания с меридиональным Учурским разломом. Здесь в составе Юрехтенского РГХ района интенсивными аномалиями уран-калиевого фактора выделяется Эльгекянское РГХ поле (230 км²), охватывающее участки выхода из-под гонамской свиты конкулинских меденосных песчаников. Характерен уран-калиевый профиль локальных аномалий, развитых в пределах района. Разме-

ры аномалий в плане не превышают первых десятков квадратных километров. С запада и севера Юрехтэнский РГХ район обрамляется урановыми и торий-урановыми полями, развитыми в породах архейского фундамента (Садарах-Мегюсканское и др.) и в венд-кембрийском платформенном чехле.

Кусачан-Юрхский РГХ район (850 км²) выделяется в полосе влияния регионального Аимо-Токинского глубинного разлома. Локальные аномалии ANFAC U ориентированы в субширотном и реже – СВ и СЗ направлениях. Предварительной проверкой аэроаномалий установлено развитие урановородных образований среди известковистых песчаников гонамской и омахтинской свит рифея.

Конкулинский РГХ район (1200 км²) охватывает активизированный в рифейское время Учуро-Хайканский блок и ЮВ краевую часть Улканского прогиба. В южной части район охватывает сложный тектонический узел, характеризующийся пересечением разломов ортогональной и диагональной ориентировки в пределах региональной широтной Чульмано-Чадской зоны тектонических дислокаций (рис. 1). Радиогеохимическая специализация блока определяется не только АГС-аномалиями, но также и многочисленными донными потоками урана, небольшими массивами уранинитсодержащих аляскитов, обусловивших делювиальные ореолы уранинита в левобережье Хайкана, зонами ураноносных кремнещелочных метасоматитов и урановородных эйситов и, наконец, радиогеохимически специализированными метаморфизованными предрифейскими корами выветривания и рудопоявлениями урана в минерализованных разломах фундамента. Установлено рудоконтролирующее значение разломов близширотного (Толукский, р-ние Конкули) и северо-восточного простирания (Муналинский, р-ние Угдан). Минерализованные зоны выделяются интенсивными аномалиями урана в сопровождении комплекса сопутствующих элементов – ванадия, серебра, золота, мышьяка и др. Аргиллизиты из базальных горизонтов конкулинской свиты и аргиллизированные предрифейские коры выветривания в юго-западной краевой части Улканского прогиба характеризуются отчетливо проявленной золотоносностью – до 3,0–5,6 г/т.

В северо-восточной части Конкулинского района развиты минерализованные (Ba, Ag, Mo, Au, U) тектонические нарушения на контакте конкулинской и адаргайской свит. Эти образования картируются обширными малоинтенсивными калий-урановыми АГС-аномалиями в пределах Адаргайского и других РГХ узлов (рис. 2, 3).

Амуликанский РГХ район (1100 км²) охватывает площадь одноименного рифейского грабена, выполненного породами конкулинской и гонамской

свит. В западном направлении рифейские образования погружаются под юрские угленосные отложения. В северной части района преобладают локальные аномалии уран-калиевого профиля широтной и, реже, субмеридиональной ориентировки. По своей геохимической специфике (уран, ванадий, барий, серебро, золото) аномальные зоны Амуликанского района аналогичны Конкулинскому РГХ району. Ярko проявлены аномалии уран-калиевого фактора. Определяющей урановородной формацией в Амуликанском РГХ районе предполагается “тип несогласия” в предгонамской зоне ССН.

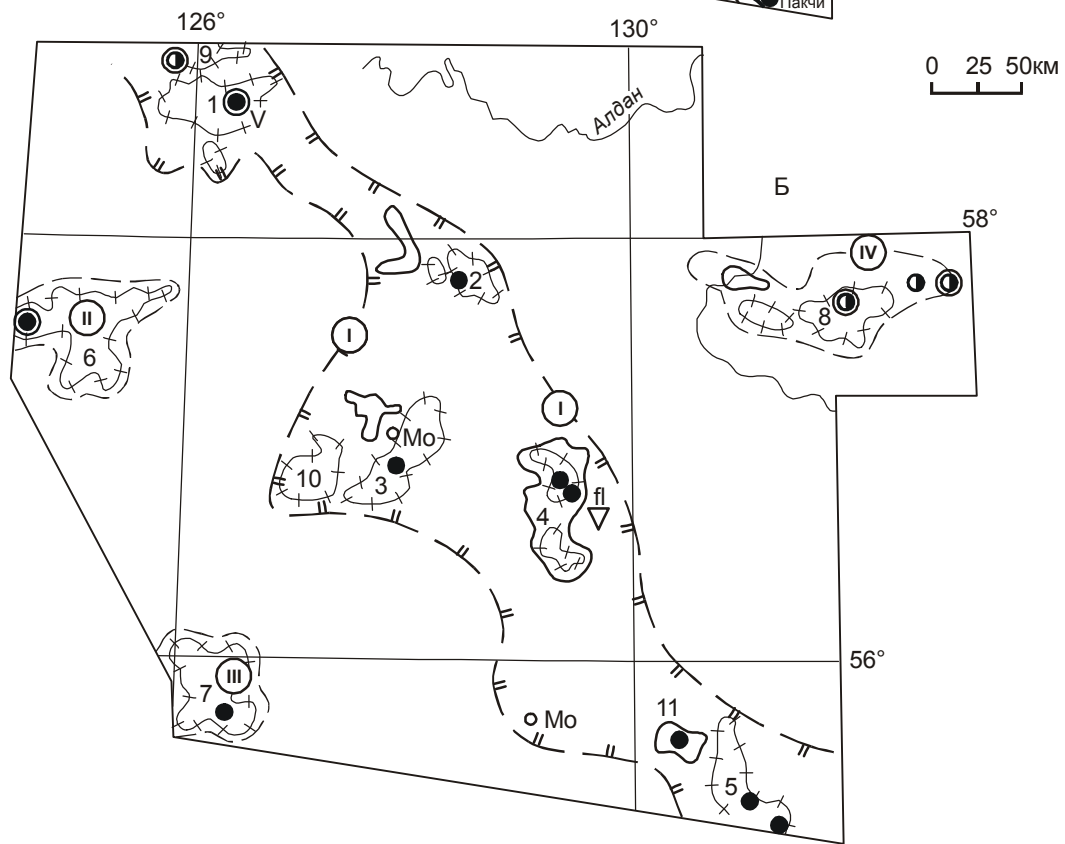
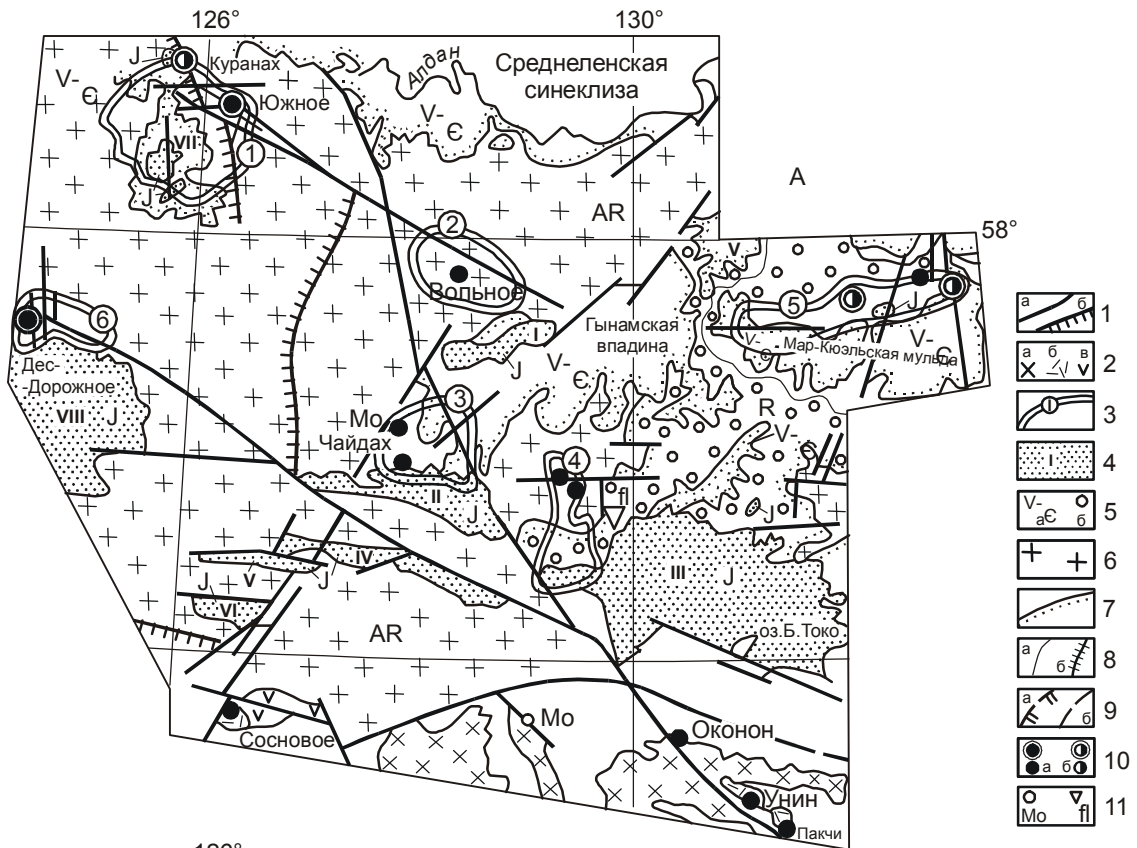
Чумиканская рудоносная подзона (IV на рис. 2) объединяет ряд РГХ узлов и полей, локализованных в предрифейской зоне ССН на восточной и южной периферии Омнинского куполовидного поднятия. В северной части подзоны выделяется своими масштабами Омнинский РГХ узел (190 км²) уран-калиевой специализации. В южной части площади выделен Чумиканский РГХ узел (270 км²) урановой специализации. Перспективы последнего подчеркиваются развитием в фундаменте обогащенных графитом архей-раннепротерозойских сланцевых толщ чумиканской серии, обуславливающих благоприятную геолого-структурную обстановку для формирования месторождений "типа несогласия" в предрифейской зоне ССН.

На северном фланге Чумиканского РГХ узла выделяется Кондерское РГХ поле (130 км²), фиксирующее положение одноименного платиноносного рудного поля.

Центральная часть Алдано-Станового геоблока

Наиболее ярким радиогеохимическим и металлогеническим подразделением мезозойской эпохи тектоно-магматической активизации является Тьркандинская рудоносная зона (рис. 1, 4), вытянутая в северо-западном направлении вдоль Тьркандинской зоны разломов. Важнейшая рудоконтролирующая роль Тьркандинской зоны подчеркивается ее положением на юго-восточном фланге регионального Таймыро-Томмотского линеамента [11], контролирующего на значительном протяжении уникальные рудные объекты мезозойской металлогенической эпохи.

В узлах пересечения Тьркандинской зоны разломов с широтными, северо-восточными и субмеридиональными разломами располагаются радиогеохимические районы и узлы с урановой, молибденовой, золоторудной и др. минерализацией: Эльконский, Джелтулакский, Чайдахский, Гонамский, Унинский радиогеохимические районы, Куранахский, Ытымджинский и Ококонский радиогеохимические узлы.



Эльконский радиогеохимический район (РГХ) калий-урановой специализации площадью около 1350 км² охватывает территорию одноименного рудного района в междуречье р.р. Якут-Ыллымах, частично выходя за его пределы в крайней юго-западной и северо-восточной частях (рис. 4). Район вытянут в широтном направлении по простиранию разломов, входящих в систему субширотной Северо-Алданской зоны. Границы района подчиняются тектоническим элементам, прослеживаясь вдоль субмеридиональных Якутского (на западе) и Ыллымахского разломов, и субширотных Алданского и Бирского. Перспективной зоной складчато-разрывных дислокаций Эльконский РГХ район расчленяется на две части – интенсивно дифференцированную северную часть и менее дифференцированную – южную. В северной части Эльконского РГХ района аномалиями урана и уран-калиевого фактора фиксируется Южный рудный узел и крупные массивы мезозойских эгирин-авгитовых сиенит-порфиров и эгириновых гранитов с ореолами фенитизации. В южной части района интенсивные аномалии ANFAC U и FАСТAN характерны для известных рудных полей (Федоровского и др.) и массивов позднеархейских аляскитов в междуречье Юхухты-Юкунгры.

Куранахский РГХ узел (450 км²) охватывает уран-калиевые аномалии, установленные над Куранахским золоторудным полем (м-ния Боковое, Дэлбэ и др.). Структурно они тяготеют к север-северо-западному продолжению рудоносных минерализованных нарушений, изученных в западной части Эльконского района – зон Марсовой, Главной-II и Курумканского жильного поля.

Джелтулакский РГХ район (1200 км²) тяготеет к Тыркандинскому тектоно-магматическому узлу в пересечении Нимныро-Кет-Капской зоны складчато-разрывных дислокаций с северо-восточным Гынымо-Хугдинским разломом. В пределах района выделяются своими масштабами калий-урановые и ура-

новые аномальные ореолы, тяготеющие к Желтулакскому субщелочному массиву, а также ореолы, расположенные в 4–5 км западнее и связанные с ураноносными минерализованными разломами фундамента.

Чайдахский РГХ район (1400 км²) располагается в Ломамском тектоно-магматическом узле, на пересечении Чульмано-Чадской [13] зоны тектонических дислокаций с северо-восточным Гынымо-Хугдинским глубинным разломом. Урановые и калиевые аномалии, а также единичные аномалии уран-калиевого фактора связаны с юрскими песчаниками, с сиенитами восточной краевой части Ломамского массива и с гумбеитизированными породами архейского фундамента [21]. Преобладающая СВ ориентировка локальных аномалий и неоднородность размеров аномалий указывают на сложное блоковое строение фундамента.

Ытымджинский РГХ узел (660 км²) охватывает западную часть Ытымджинской впадины и прилегающую с севера часть фундамента. Мощное проявление уран-калиевого фактора указывает на развитие мезозойского рудного процесса в южной части площади, где уран-калиевые аномалии приурочены к песчаникам нижней юры и сопровождаются аномальными ореолами молибдена.

Гонамский РГХ район (1650 км²) структурно тяготеет к Гонамскому тектоно-магматическому узлу на восточном продолжении Чульмано-Чадского широтного разлома, локализуясь в узле его пересечения с предполагаемой по геофизическим данным Сеймдже-Олонгринской меридиональной зоной дислокаций. В составе района выделяются Буголинский (400 км²) и Нингамский (200 км²) РГХ узлы калий-уранового профиля. Наземными поисковыми работами в нем установлены урановорудные проявления, приуроченные к разломам архейского фундамента и к фенитам в экзоконтактной зоне массива эгирин-авгитовых сиенит-порфиров. Нингамский РГХ узел характеризуется интенсивной флюоритизацией по-

Рис. 4. Структурные элементы мезозойского этапа тектоно-магматической активизации центральной части Алдано-Станового геоблока (А) и металлогеническое районирование территории на основе азородиогеохимического картирования (Б).

1 – сбросы (а), надвиги (б), активизированные в мезозойское время; 2 – магматические образования Становой тектоно-магматической системы: интрузивные массивы гранитоидного состава (а), интрузивно-субвулканические массивы кислого (б) и среднего (в) состава; 3 – тектоно-магматические узлы, контролируемые гипабиссальные и дайковые образования алданского комплекса: Центрально-Алданский (1), Тыркандинский (2), Ломамский (3), Гонамский (4), Кет-Капский (5), Эвотинский (6); 4 – мезозойские впадины: I – Верхнегынымская, II – Ытымджинская, III – Токинская, IV – Гонамо-Нуямская, V – Гувилгринская, VI – Токарикская, VII – Якутская, VIII – Чульманская; 5 – платформенные отложения вендакембрия (а), рифея (б); 6 – породы архейского кристаллического фундамента; 7 – границы несогласного залегания пород платформенного чехла; 8 – радиогеохимические районы и узлы урановой (а), калий-урановой (б) природы радиоактивности, в т. ч. районы: Эльконский (1), Желтулакский (2), Чайдахский (3), Гонамский (4), Унинский (5), Дес-Эвотинский (6), Сутамский (7), Кет-Капский (8), узлы: Куранахский (9), Ытымджинский (10), Оконский (11); 9 – рудоносные области (зоны) (а), узлы и районы (б): I – Тыркандинская рудоносная зона (U-Au-Mo-F); II – Эвотинский рудный узел (Au-U); III – Сутамский рудный узел (U); IV – Кет-Капский рудный район (Au), V – Эльконский рудный район (U, Au, Mo); 10 – месторождения, рудопроявления урана (а), золота (б); 11 – рудопроявления молибдена (а), флюорита (б).

род и локальными, до 10–20 км², аномалиями урана и уран-калиевого фактора.

Унинский РГХ район (1250 км²) прослеживается вдоль зоны северо-западного Оконского разлома на 90 км. В своей северо-западной части границы района имеют меридиональное направление, согласно простиранию Учурской трансрегиональной зоны разломов. Локальные аномалии содержания урана в пределах района связаны с массивами гранитов позднемелового талгыгского комплекса, с регионально аргиллизированными вулканитами и с участками урановых рудопроявлений Унин и Пакчи. Определяющей рудной формацией является урановая в аргиллизитах зон мезозойской ТМА среди гранитоидов Становой зоны. Оконский РГХ узел (370 км²) располагается на СЗ фланге Унинского района. Локальные урановые аномалии развиты в краевых частях узла, где связаны с измененными удско-зейскими гранодиоритами.

Отдельные радиогеохимические районы и узлы мезозойской ТМА, развитые за пределами Тыркандинской рудоносной зоны, проявлены в пределах Нимыро-Кеткапской и Становой зон разломов.

Кет-Капский РГХ район (800 км²) приурочен к узлу пересечения широтной Нимыро-Кеткапской зоны складчато-разрывных дислокаций [13] с северо-восточным Аимо-Токинским глубинным разломом. Район имеет ярко выраженную уран-калиевую специализацию, причем масштабы аномалий уран-калиевого фактора возрастают в северо-восточном направлении, достигая максимума на Бокурском вулканогенном поле. Локальные аномалии ANFAC U связаны с лакколитами авгитовых сиенит-порфиринов, с известковистыми песчаниками эннинской свиты и выходами пород омахтинской свиты, с пластовыми интрузиями роговообманковых сиенит-диорит-порфиринов и др. Наиболее крупная уран-калиевая аномалия установлена в верховьях рек Бокур-Онье-Ярмарка-Хапчана в связи с Бокурской туфогенно-вулканогенной толщей и массивом авгит-роговообманковых сиенит-порфиринов. Аномалия вытянута в субширотном направлении на 22 км при ширине 3–7 км. Восточный фланг зоны характеризуется преобладанием аномалий уран-калиевого фактора, характерных для золоторудных полей.

Эвотинский РГХ узел (3000 км²) локализован в пересечении субширотной Хатыминской зоны разломов с меридиональной Центральноалданской и северо-западной Хаирской зонами разломов. Район носит отчетливо выраженный калий-урановый геохимический профиль, определяющийся одноименным узлом мезозойской ТМА. В пределах района известно большое число урановых, уран-ториевых анома-

лий, рудопроявлений различных формационных типов и возраста, из которых практическое значение имеют проявления, связанные с мезозойской ТМА. В западной части, в районе хр. Западные Янги, развиты рудоносные нарушения субмеридионального и СЗ направления (м-ние Дес-Дорожное). В центральной части, в районе г. Эвота, золото-урановые проявления известны среди гумбеитизированных пород венд-кембрийского чехла. Признаки мезозойской прерудной гумбеитизации установлены также в южной части района, в базальных горизонтах юхтинской свиты юры.

Верхнесутамский РГХ узел (750 км²) выделен в южной части сутамского района, где проявлены аномалии уран-калиевого фактора, связанные с околорудными ореолами аргиллизации в фельзитах Сутамского вулканогенного поля (р-ние Сосновое), с нижнемеловыми дацитами и лавобрекчиями, а также с диафторированными блоками архейских пород.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный совместный анализ уточненной геолого-структурной основы юго-восточной части Сибирской платформы, аэроспектрометрических полей и металлогенических особенностей региона позволил провести металлогеническое районирование территории на различные виды полезных ископаемых в связи с рифейской, среднепалеозойской и позднемезозойской металлогеническими эпохами.

Важнейшим результатом проведенных работ является выделение перспективных площадей на уран, золото и другие элементы в зонах структурно-стратиграфических несогласий и Тыркандинской металлогенической зоны, контролирующей урановое оруденение, связанное с мезозойской тектоно-магматической активизацией Алданского щита, в том числе и крупнейший Эльконский урановорудный район.

Дальнейшие металлогенические исследования региона должны быть направлены на углубленный анализ металлогенических критериев и факторов локализации оруденения различных формационных типов, который позволит выбрать наиболее перспективные зоны, районы и узлы для более детальных прогнозно-геологических исследований.

Созданная аэроспектрометрическая база для юго-восточной части Сибирской платформы может быть использована в целях среднемасштабного геологического картирования территории для расчленения и корреляции различных комплексов горных пород по уровню содержания и соотношений естественных радиоактивных элементов путем применения компьютерных технологий обработки аэроспектрометрических данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В. А., Кичигин Л. Н., Кочетков А. Я. Геолого-тектонические предпосылки золотого оруденения Центрального Алдана // Тектоника восточной части Сибирской платформы. Якутск, 1979. С. 31–52.
2. Абрамов В. А. Глубинное строение Центрально-Алданского района. Владивосток: Дальнаука, 1995. С. 3–87.
3. Габышев В. Д. Строение фундамента Якутии по геолого-геофизическим данным. // Отеч. геология, 1997. № 2. С. 51–55.
4. Геология Якутской АССР. М.: Недра, 1981. 289 с.
5. Глубинное строение земной коры Алданского щита (по геофизическим данным) / Абрамов В. А., Абрамова В. А. // Глубинное моделирование геологических структур по гравитационным и магнитным данным. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 81–91.
6. Горошко М. В., Кириллов В. Е. Геология и металлогения Учуро-Майского района юго-восточной окраины Сибирской платформы // Тихоокеан. геология, 1994. № 1. С. 109–120.
7. Горошко М. В., Кириллов В. Е., Осипов А. Л., Соломатин Г. Б. Предпосылки выявления новых видов полезных ископаемых в юго-восточной части Алданского щита // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14, № 2. С. 111–119.
8. Гурович В. Г., Романовский Н. П. и др. Физические свойства горных пород Дальнего Востока. Владивосток, 1987. Ч. 1. 212 с.
9. Гурьянов В. А., Горошко М. В. Редкие металлы и редкие земли Улканского рудного района // Международный симпозиум "Стратегия использования и развития минерально-сырьевой базы редких металлов России в XXI веке", 5-9 октября 1998 г, Москва. М., 1998. С. 57–59.
10. Карсаков Л. П., Малышев Ю. Ф., Романовский Н. П. Проблемы глубинного строения юго-востока Алданского щита // Районирование геофизических полей и глубинное строение Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 80–92.
11. Ковач В. П., Котов А. Б., Сальникова Е. В. и др. Возрастные границы формирования высокометаморфизованных супракрустальных комплексов Алданского щита: первые Sm-Nd изотопные данные // Российский фонд фундаментальных исследований в Сибирском регионе (земная кора и мантия): Тез. докл. Иркутск, 1995. Т. 2. С. 56–57.
12. Косыгин Ю. А., Карсаков Л. П., Малышев Ю. Ф. и др. Глубинное строение блоков докембрия // Тектоническая природа геофизических полей Дальнего Востока. М., 1984. С. 108–132.
13. Малышев Ю. Ф. Геофизические исследования докембрия Алданского щита. М.: Недра, 1977. 128 с.
14. Миронюк Е. П. Государственная геологическая карта СССР. 1:1 000 000 (новая серия). Лист О-52 (-53) – Томмот. Объяснительная записка. Л.: ВСЕГЕИ, 1989. 106 с.
15. Перцов А. В., Гальперов Г. В., Антипов В. С., Никольский И. Ю., Стрельников С. И., Турченко С. Н. Космический образ России: уникальная минерагения крупнейших линейментов // Отеч. геология. 2000. № 6. С. 29–32.
16. Попов Н. В., Зедгенизов А. Н. Формационное картирование метаморфических толщ Алданского щита // Геология и геофизика. 1984. № 2. С. 25–29.
17. Радиогеохимические исследования (методические рекомендации) / Смыслов А. А., Титов В. К., Савинова И. Б. М.: Недра, 1974. 132 с.
18. Рыжкова В. М., Орлова М. П. Глубинное строение и мезозойский магматизм Алданской провинции // Регион. геология и металлогения. 2000. № 12. С. 57–66.
19. Стогний В. В., Смелов А. П., Стогний Г. А. Глубинное строение Алданского щита // Геология и геофизика. 1996. Т. 37, № 10. С. 88 с 97.
20. Томсон И. Н. Металлогения рудных районов. М.: Недра, 1988. 208 с.
21. Уютов В. И., Угрюмов А. Н., Карелин В. В. Мезозойский углекисло-железо-калиевый метасоматоз Алдана // Изв. АН СССР. Ссер. геол. 1981. № 1. С. 52–60.
22. Черкасов Р. Ф. Архей Алданского щита. М.: Наука, 1979. 160 с.
23. Шульдинер В. И. Этапы эволюции и типоморфные структуры ранней Земли // Регион. геология и металлогения. 2000. № 12. С. 5–12.

Поступила в редакцию 27 февраля 2001 г.

Рекомендована к печати Ю.Ф. Малышевым

M.V. Goroshko, G.B. Solomatin, and V.V. Nikolaev

Experience in the use of aerogamma-spectrometric survey for metallogenic zoning of the southeastern part of the Siberian platform

As exemplified by the southeastern part of the Siberian platform, a possibility in principle of application of results of aerogammaspectrometric survey is shown for a preliminary metallogenic zoning of the poorly studied territories with respect to rare and radioactive elements (U, Zr, Ta, Nb, Tr, Mo, and others) on the basis of processing aerogammaspectrometric data and specification of structural-tectonic constructions from interpretation results of aeromagnetic and gravity fields.

Large metallogenic subdivisions of three metallogenic epochs have been discriminated: Early-Late Proterozoic, Late Paleozoic, and Late Mesozoic Tyrkan-Maimakan ore-bearing system, and Aim-Aldan and Tyrkanda ore-bearing areas. In turn, smaller metallogenic subdivisions are identified within their bounds: ore districts, clusters and fields. The metallogenic specific character of the ore districts, clusters and fields has been determined.