

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И УРАНОНОСНОСТЬ КУПУРИНСКОЙ ПЛОЩАДИ АЛДАНО-СТАНОВОГО ЩИТА

Обобщены и проанализированы материалы по геологии и ураноносности Купуринской площади Алдано-Станового щита. Выделены три ураноносные эпохи – раннеархейская, раннепротерозойская и позднемезозойская, важнейшей из которых нами признана последняя, отличающаяся от более ранних параметрами рудных зон и наличием богатых руд. Дана радиогеохимическая характеристика всех комплексов пород, определены как специализированные на уран архейские гранитоиды древнестанового и позднемезозойские ираканского интрузивных комплексов. Выделена радиогеохимическая Оконон-Купуринская зона, приуроченная к Становому глубинному разлому на сочленении раннеархейского Удско-Майского и ранне-позднеархейского Купуринского блоков Алдано-Станового щита, рекомендуемая для дальнейших поисковых работ на уран.

Ключевые слова: Алдано-Становой щит, Становой глубинный разлом, архей, мезозой, кайнозой, магматизм, металлогения, уран.

Купуринская площадь находится в зоне сочленения раннеархейской Алданской гранулитогнейсовой области с ранне-позднеархейской Становой гранит-зеленокаменной областью и ограничена координатами 54°40'–56° с.ш. и 130°–132° в.д. В тектоническом плане она охватывает западную часть Удско-Майского блока, восточную Купуринского блока Становой гранит-зеленокаменной области и юго-западную Альванарского блока Алданской гранулитогнейсовой области [1, 2, 12].

В середине прошлого века Приленской экспедицией 1-го ГГРУ МГ СССР в зоне влияния Станового разлома (верховья р. Купури) было обнаружено рудопроявление урана Оконон. В конце 80-х и начале 90-х годов работами ПГО «Таёжгеология» юго-восточнее рудопроявления в зоне разлома выявлены ещё два рудопроявления урана – Унин и Пакчи [7], представленные потенциально промышленной урановой рудной формацией с каолин-гидрослюдистыми метасоматитами зон разломов, обусловленных гранитоидным магматизмом мезозойской эпохи. Они вскрыты единичными сечениями и практически не прослежены по простиранию. Особенность этих проявлений – значительная мощность рудных зон и часто богатые содержания урана (до 1,27% на мощность 5,5 м). Урановые объекты размещаются в районе проявления интенсивного и полифациального мезозойского вулканогенно-интрузивного магматизма. Пространственно магматизм контролировался Становым глубинным разломом [7, 8, 10, 14, 20] на границах блоков раннеархейской и ранне-позднеархейской складчатости. Ранняя стадия поздне-мезозойского магматизма характеризуется образованием гранитоидов диорит-гранодиоритовой формации повышенной щёлочности, а наиболее поздняя – субщелочных гранитов лей-



**РУДЫ
И
МЕТАЛЛЫ**



Горошко Михаил Васильевич

доктор геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник
goroshko@itig.as.khb.ru

Шевченко Борис Фёдорович

кандидат геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник
shevchenko@itig.as.khb.ru

Гильманова Гульшат Забировна

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник
gigulya@yandex.ru

Носырев Михаил Юрьевич

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник
mikhail.nosyrev@yahoo.com

ФГБУН Институт тектоники и геофизики
ДВО РАН, г. Хабаровск



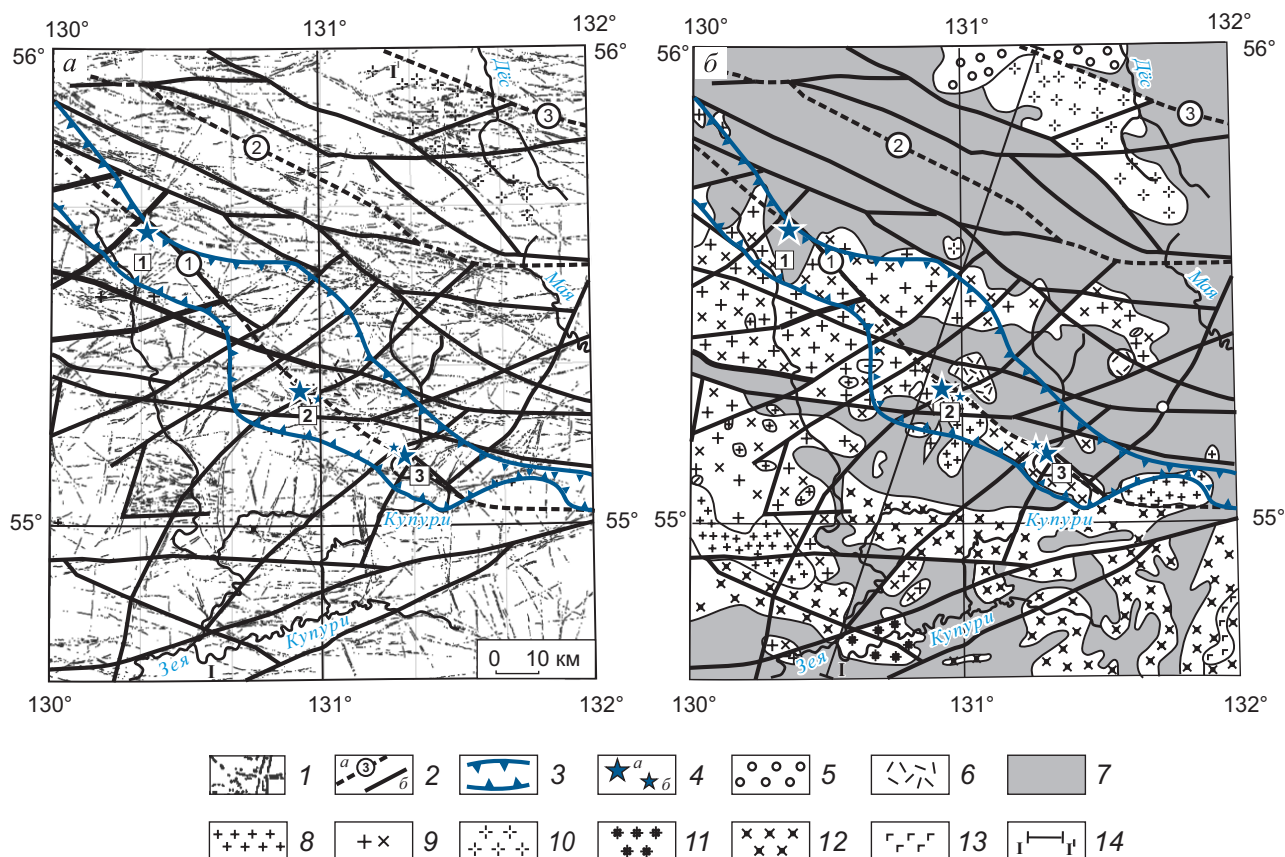


Рис. 1. ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА КУПУРИНСКОЙ ПЛОЩАДИ. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕАМЕНТОВ МОДУЛЯ ГРАДИЕНТА РЕЛЬЕФА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (а), ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА МЕЖДУРЕЧЬЯ КУПУРИ – ЗЕЯ (б):

1 – линеаменты; 2 – разломы и разломные системы, установленные по геологическим данным (а) (1 – Становой, 2 – Туксанийский, 3 – Утукский), по результатам интерпретации линеаментных структур (б); 3 – контур Оконон-Купуринской радиогеохимической аномалии; 4 – мезозойские рудопроявления урана (а) (1 – Оконон, 2 – Унин, 3 – Пакчи), точки минерализации (б); стратифицированные образования: 5 – неоген-четвертичные отложения, 6 – вулканы боннакского позднемелового эффузивного комплекса (трахиандеэбазальты, трахиандезиты, трахидациты, трахириолиты, комендиты, их туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты); 7 – архейские гнейсы и кристаллические сланцы; интрузивные комплексы: 8 – раннемеловой иракский (субщелочные лейкограниты, щелочные граниты, диориты), 9 – позднеюрский – раннемеловой тындинско-бакарский (гранодиориты, кварцевые диориты, диориты), 10 – идюмский позднеархейский (лейкограниты, субщелочные граниты, плагиограниты, гранодиориты), 11 – древнестановой раннеархейский (субщелочные двуслюдяные граниты, субщелочные гранодиориты), 12 – токско-алгаминский раннеархейский (субщелочные гранодиориты, субщелочные кварцевые диориты, монзониты); 13 – архейские основные породы (габбро, габбронориты, нориты, пироксениты, анортозиты); 14 – линия геолого-геофизического разреза

когранитовой формации калиевого ряда. Телекопирование многофазного и полифациального магматизма на относительно коротком отрезке Станового глубинного разлома указывает на наличие наиболее проницаемого участка для магматизма и продуктов постинтрузивной гидротермальной деятельности и определяет границы потенциально ураноносной зоны. Эти данные

послужили основанием для выделения перспективного на уран Купуринского рудного района.

С учётом полученной в последние годы геолого-геофизической информации (геологические карты м-ба 1:1 000 000 третьего поколения [8], дистанционные, гравиметрические, магнитометрические данные, крупномасштабные аэрогеофизические съёмки) и новых возможностей в

интерпретации [23], а также собственных результатов по прогнозно-геологическим работам м-ба 1:200 000 и 1:50 000, металлогенического анализа и радиогеохимических особенностей горных пород авторы поставили перед собой задачу выявить на Купуринской площади закономерности локализации урановых руд и выделить основные рудоконтролирующие структуры.

Геолого-геофизическая характеристика Купуринской площади. Геологическое строение Становой гранит-зеленокаменной области неоднократно рассматривалось в работах [1–3, 8, 10–12]. На изучаемой территории на основании космической радарной съёмки создана цифровая модель градиента рельефа земной поверхности, проведён линеаментный анализ, составлена схема основных тектонических нарушений (рис. 1, а, б). Установлены различия в проявлении главных разломных систем площади – Становой, Туксаньской, Утукской в структурном плане линеаментов. Наиболее сложная структура наблюдается для зоны Станового разлома, что свидетельствует о его более длительном тектоническом развитии по сравнению с двумя другими. Выделенная северо-восточная система разрывных нарушений, пересекающих Становой разлом и зону его влияния, контролирует положение известного золотого оруденения (месторождение «Колчеданный Утёс»). Глубинные структурные особенности верхней части земной коры исходя из петрофизических характеристик (квазиполя плотности и магнитной восприимчивости) указывают на связь основных разломных систем с относительно разуплотнёнными телами в верхней части земной коры (построение 2D плотностных и магнитных моделей до глубин 12 км). Структуры аномального магнитного поля и квазиполя магнитной восприимчивости подчёркивают делимость исследуемой площади на два основных тектонических блока земной коры – Становой и Алданский. Известные рудопрооявления урана расположены в областях локальных аномалий поля отрицательного знака умеренной интенсивности. В радиогеохимических полях зона влияния Станового разлома выделена по граничному содержанию U 2,0 г/т и более (см. рис. 1, а). В пределах Окнон-Купуринской радиогеохимической зоны и вне её выделены локальные области повышенного (>2,5 г/т) содержания урана. Все они приурочены, как правило, к зонам пересечений тектонических

нарушений, отмеченных в пределах Алданского блока земной коры данной территории.

Стратиграфия. Стратифицированные подразделения района расчленены на нижне- и верхнеархейские метаморфические и нижнемеловые вулканогенные.

К нижнему архею отнесены породы токсской, тырканской, зейской и чогарской серий. Они сложены разнообразными пироксен-роговообманковыми, роговообманково-пироксеновыми кристаллическими сланцами, мраморами, кальцифирами, гиперстен-биотитовыми, биотит-гранатовыми, графит-биотитовыми гнейсами с прослоями гранат-двупироксеновых, двупироксеновых, биотит-пироксеновых кристаллических сланцев и амфиболитов [6, 9, 11, 13, 18, 19]. Вдоль Станового разлома породы подвержены диафторезу, проходившему в условиях амфиболитовой, реже эпидот-амфиболитовой фаций метаморфизма, при которых по пироксеновым кристаллическим гнейсам и гнейсам основного состава образуются биотит-роговообманковые, эпидот-биотит-роговообманковые и другие кристаллические сланцы и гнейсы.

Верхнеархейские метаморфические образования представлены породами туксаньской, хайканской и купуринской серий. Это биотит-роговообманковые, реже роговообманково-биотитовые гнейсы с подчинёнными прослоями и пачками гранат-биотитовых, биотит-роговообманковых кристаллических сланцев, мраморов, кальцифиров, амфиболитов. В междуречье Джагарма – Унин в них встречаются многочисленные прослои и линзы минерализованных мраморов и ассоциирующих с ними скарноидоподобных цоизит-диопсидовых, гранат-роговообманковых кристаллических сланцев мощностью 3–5 м [17].

Для всех архейских пород площади характерны надкларковые содержания хрома, молибдена, скандия. Основные гнейсы и кристаллические сланцы нижнего архея, кроме того, обогащены кобальтом.

Нижним мелом датируется толща трахиандезитов, трахидацитов, дацитов, трахириолитов и их туфов и туфобрекчий, распространённая в верхнем течении бассейнов рек Пакчи и Джагарма. Она залегает почти горизонтально на эродированной поверхности архейских пород и ограничена разломами от гранитоидов позднеюрско-раннемелового тындинско-бакаранского интрузивного комплекса. В кислых разностях эффузивов калий

1. СОДЕРЖАНИЯ УРАНА И ТОРИЯ В ПОРОДАХ КУПУРИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Свиты, комплексы	Породы	Число проб	U, г/т	δ/V	Th, г/т	δ/V	Th/U
Позднемеловой дайковый	Риолиты, риодациты, витрофиры	34	2,2	1,1/50	8,2	2,9/35	3,7
	Гранит-порфиры	17	2,3	1,5/65	11,5	3,4/30	5
	Гранодиорит-порфиры	11	2,9	1,6/55	9,7	5,3/55	3,3
2-я фаза ираканского интрузивного	Субщелочные лейкограниты, граниты, гранит-порфиры	30	5,4	1,9/40	23,0	5,7/20	4,3
1-я фаза ираканского интрузивного	Граниты 1-й фазы	19	1,6	1,3/81	10,3	3,2/31	6,4
	Риолиты, риодациты	24	1,4	1,3/93	6,3	1,1/17	4,5
Бомнакский вулканоплутонический	Риолиты, лавобрекчии риолитов (бассейн р. Джагарма)	21	7,0	2,4/34	10,6	1,7/16	5,4
	Туфы кислого состава (бассейн р. Джагарма)	19	5,4	1,0/19	12,0	1,8/15	2,2
	Дациты, риодациты	21	2,2	0,4/18	11,9	2,6/22	5,4
	Андезиты, андезитовые порфиры, их туфы	27	1,5	0,9/60	7,6	1,4/18	5,0
Тындинско-бакаранский интрузивный	Биотит-амфиболовые граниты	24	2,7	1,2/44	18,6	5,9/32	6,8
	Гранодиориты в бассейнах верхних течений рек Джагарма и Унин	26	5,2	1,3/25	12,8	2,1/16	2,4
	Диориты, кварцевые диориты	35	2,6	0,9/35	9,2	2,8/30	3,5
Нижний протерозой нерасчленённый	Двуслюдяные и филлитовидные сланцы	23	2,8	3,0/107	6,8	7,1/104	2,4
Древнестановой интрузивный	Граниты, плагиограниты	33	2,5	1,6/64	9,3	10,2/10	3,7
	Субщелочные лейкограниты	17	7,8	5,1/69	14,4	7,8/69	1,8
Верхний архей: сиваканская свита талаканская свита	Биотитовые, биотит-амфиболовые гнейсы	39	2,0	1,8/90	12,7	13,7/10	6,3
	Амфиболовые, биотит-амфиболовые гнейсы	37	1,4	1,2/50	6,0	5,2/87	4,3
Нижний архей: ивакская свита	Биотит-амфиболовые гнейсы	30	0,8	0,3/38	3,1	2,8/90	3,9
	Амфиболовые, диопсидовые гнейсы и сланцы	15	0,9	1,4/156	2,4	2,0/83	2,7

Примечание. δ – стандартное отклонение, V – коэффициент вариации.

преобладает над натрием. Они характеризуются высокими содержаниями урана и пониженным торий-урановым отношением (табл. 1).

Магматизм. Интрузивные образования занимают большую часть изученной площади и прослеживаются на значительные глубины (рис. 2). Они расчленены на раннеархейские, позднеархейские, юрско-раннемеловые и раннемеловые интрузивные комплексы [3, 6, 7, 9, 10, 13, 16, 17].

К раннеархейским относятся: метагаббро, габброамфиболиты, метапироксениты, горнблендиты, перидотиты лучинского комплекса; габбро, габбронориты, нориты, пироксениты, вебстериты, габброанортозиты майско-джанинского комплекса; субщелочные кварцевые диориты и диориты, субщелочные гранодиориты и монзониты токско-алгаминского комплекса; субщелочные гранодиориты, плагиограниты, граниты, субщелочные лейкограниты древнестанового комплекса.

Позднеархейские комплексы представлены: лейкогранитами, субщелочными гранитами, гранитами, плагиогранитами и гранодиоритами идюмского комплекса; габбро, лейкогаббро, норитами, анортозитами, пироксенитами, дунитами, перидотитами идюмо-тырканского комплекса.

Поздним мезозоем датируются: гранодиориты, кварцевые диориты, монцодиориты, щелочные габброиды тындинско-бакаранского комплекса, радиологический возраст которых 122,9–124 млн лет [5]; субщелочные лейкограниты, граниты, гранит-порфиры и сиениты ираканского комплекса с радиологическим возрастом 72–126 млн лет [8]; дайки обсидиан-порфиров, гранит-порфиров, диоритовых порфиритов, андезибазальтов.

В архее калиевый тип щёлочности свойствен только щелочным лейкогранитам древнестанового комплекса. В позднем мезозое калий преобладает над натрием в породах ираканского интрузивного

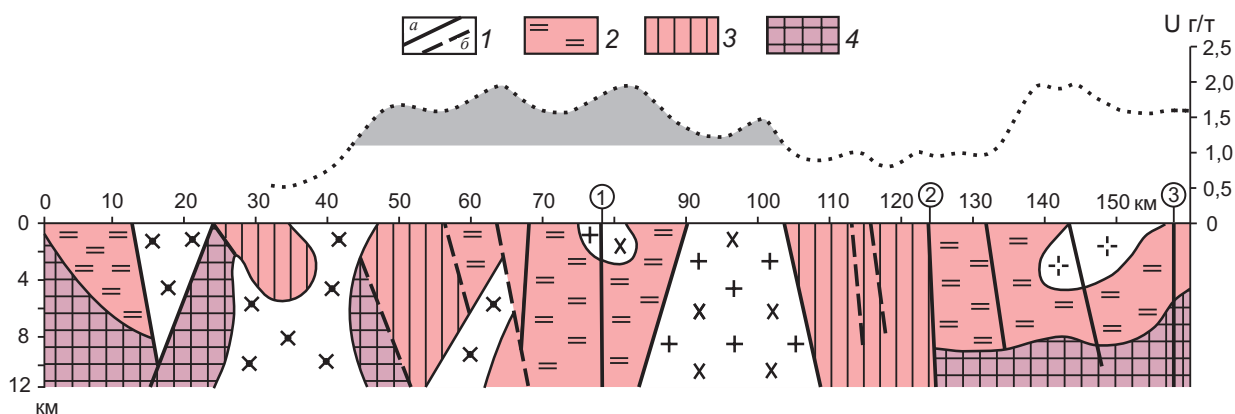


Рис. 2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ К СХЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ МЕЖДУРЕЧЬЯ КУПУРИ – ЗЕЯ:

1 – разломы установленные (а), предполагаемые (б); архейские образования: 2 – диафторированные породы, 3 – меланократовые кристаллические сланцы, 4 – гнейсы; график содержания урана (затемнённый фрагмент – Оконон-Купуринская радиогеохимическая зона); остальные усл. обозн. см. рис. 1

зивного комплекса (табл. 2). Архейские гранитоиды характеризуются повышенными против кларка содержаниями хрома, молибдена, скандия и заметно обеднены оловом, литием. Лейкограниты древнестанового комплекса специализированы на уран и относительно обеднены торием. Общая геохимическая особенность мезозойских интрузивных образований – унаследованность некоторых геохимических черт фундамента: обогащённость хромом, молибденом, скандием. Породы тындинско-бакаранского комплекса отличаются наиболее высокими содержаниями в них кобальта, ванадия, молибдена, цинка, олова, скандия. Для первой фазы ираканского интрузивного комплекса характерны повышенные содержания меди и бария и наиболее низкие содержания урана, тория, бериллия и скандия. Вторая фаза ираканского интрузивного комплекса (талгыгский комплекс) отличается высокими содержаниями урана, тория, свинца, бериллия при низких концентрациях кобальта, титана, ванадия, меди, цинка, бария.

Тектоника. Метаморфические комплексы Купуринской площади смяты в антиклинальные и синклиналильные складки северо-западного и субширотного простираний с углами падения крыльев от 40 до 80°. Большую роль в районе играет дизъюнктивная тектоника [8, 9, 14, 20]. По результатам линейного анализа числовых моделей рельефа и интерпретации геофизических данных [16] выделяются три системы тектонических нарушений: северо-западная, субширотная и северо-восточная (см. рис. 1, б).

Наиболее крупный на площади Становой разлом имеет северо-западное простирание и сложное внутреннее строение [7, 20]. Он представляет собой чередование в различной степени динамометаморфизованных пород шириной 5–8 км – милонитов, бластомилонитов, ультрамилонитов, рассланцованных и диафторированных пород, катаклазитов и брекчий. В целом разлом взбросо-сдвиговой природы с амплитудой перемещения по нему предположительно до нескольких километров.

В мезозое район подвергся интенсивным коллизийным тектоническим движениям и дроблению земной коры на блоки, их дифференцированному перемещению по зонам разломов и проявлению многофазного разнообразного магматизма. В результате возникли густая сеть разломов и приразломные впадины, выполненные эффузивами, и внедрились крупные трещинные интрузии гранитоидов. Часть этих разломов являются подновлёнными разломами древнего заложения, другие – вновь образованными. К последним относятся наиболее молодые разломы северо-восточного простирания, контролирующие поздне меловые дайки и дайковые поля. На местности северо-восточные разломы фиксируются зонами катаклаза, дробления с зеркалами скольжения, ореолами грейзенизированных и минерализованных пород.

Металлогения и ураноносность. На Купуринской площади установлены рудные проявления архейской, раннепротерозойской, позднеме-

2. ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД КУПУРИНСКОЙ ПЛОЩАДИ, ПО [6, 7, 8, 14], МАС. %

Интрузивные или вулканические комплексы	Возраст	Состав пород	Число проб	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Позднемеловой дайковый	K ₂	Витрориолит	1	71,27	0,11	10,08	0,38	0,57	0,04	3,11	1,75	3,38	2,23
		Гранит-порфир	2	69,71	0,40	14,21	1,54	1,64	0,07	1,23	2,21	3,56	2,81
		Диоритовый порфирит	1	60,50	0,78	17,00	5,00	2,47	0,04	2,82	4,98	4,0	2,01
		Андезибазальт	1	53,10	1,07	15,2	2,96	5,05	0,14	9,22	5,05	2,83	2,29
2-я фаза ираканского	K ₁	Субщелочной лейкогранит	16	73,88	0,22	13,61	0,82	1,53	0,04	0,80	1,63	3,79	4,33
		Гранит, гранит-порфир	7	72,72	0,26	13,32	0,75	1,61	0,03	0,66	1,60	3,40	3,40
1-я фаза ираканского	K ₁	Гранит	7	72,95	0,47	15,34	0,79	2,00	0,05	1,19	1,60	3,20	4,04
		Сиенит	1	61,57	1,50	16,23	14,00	4,56	0,06	2,30	4,29	3,84	4,59
Бомнакский	K ₁	Риолит	2	69,67	0,22	14,95	1,01	2,07	0,05	0,89	1,70	3,84	4,04
Тындинско-бакаранский интрузивный	J ₃ -K ₁	Гранодиорит	8	66,87	0,49	15,34	1,80	2,46	0,08	1,93	3,09	3,71	3,55
		Кварцевый диорит	4	59,9	0,84	16,61	2,39	4,51	0,12	3,99	4,36	4,15	2,35
		Монцодиорит	6	60,28	0,83	15,93	1,93	4,05	0,10	3,32	3,80	3,90	3,03
		Субщелочной габброид	2	43,36	1,66	15,02	6,82	8,41	0,16	8,37	12,3	1,62	0,74
Древнестановой интрузивный	AR ₁	Субщелочной гранит	17	73,82	0,13	13,96	0,59	0,99	0,03	0,64	0,99	4,13	4,49
		Субщелочной гранодиорит	3	67,35	0,29	17,85	0,93	0,98	0,03	0,76	3,17	6,66	1,41
		Плагиигранит	2	70,33	0,34	15,78	0,35	1,44	0,06	0,80	3,14	5,23	1,94
		Гранит	2	71,76	0,36	13,85	0,84	1,38	0,02	2,63	0,34	3,95	2,33
Токско-алгаминский интрузивный	AR ₁	Субщелочной гранодиорит	6	65,09	0,44	18,06	0,50	1,67	0,05	3,40	1,07	5,73	2,53
		Субщелочной кварцевый диорит	6	58,61	1,04	16,70	2,32	4,27	0,13	4,06	5,60	4,46	2,00
		Монзонит	7	56,48	2,16	21,21	1,83	2,59	0,08	5,13	1,87	6,59	1,41
Лучинский	AR	Габбро, габброамфиболит	5	50,07	1,19	12,81	4,90	8,42	0,22	6,92	10,91	1,97	0,63

зоной металлогенических эпох. В пегматитах и аляскитах древнестанового комплекса обнаружена редкоземельная минерализация, связанная с акцессорными минералами – монацитом, цирконом, рутилом, ильменитом. Содержание редких земель до 0,29%.

В связи с мезозойской металлогенической эпохой выявлены рудопоявления и месторождения полиметаллов, молибдена и золота. Подавляющее большинство объектов полиметаллической минерализации локализуется в экзо- и эндоконтактах позднемезозойских гранитоидов тындинско-бакаранского интрузивного комплекса в эпидотовых и гранат-эпидотовых скарнах, зонах окварцевания,

сульфидизации, кварцевых жилах. Максимальные содержания Pb в рудах до 3,85, Zn до 4,6, Cu до 1%.

Молибденовые проявления отмечены в зонах окварцевания и кварцевых жилах в эндоконтактах наиболее молодых лейкогранитов Марельского массива ираканского интрузивного комплекса в верховьях руч. Большой Оконой, междуречье Большой Иракан – Акивдяк, верховьях р. Джагарма, в окварцованных гнейсах и кристаллических сланцах на р. Пакчи, в среднем течении р. Большой Чайдах и др. Мощность жил и окварцованных пород 0,2–5 м, протяжённость первые десятки метров. Содержания Mo до 0,139%.

Месторождение золота Колчеданный Утёс локализовано среди архейских биотит-пироксеновых гнейсов, кристаллических сланцев, гранитоидов. Представлено кварц-пиритовыми и пирит-кварцевыми жилами мощностью до 1,8 м (Au 5–25, реже 40–55 г/т). Мелкие проявления золота известны в зонах на правом берегу р. Пакчи (Au 0,4–0,8 г/т). Золото в количестве до 0,4 г/т найдено также на урановых рудопоявлениях Пакчи, Унин и аномалии № 5. Березитизированные и пиритизированные эффузивы участка Унин на контакте с гранодиоритами тындинско-бакаранского интрузивного комплекса слабозолотоносны (Au 0,002–0,1 г/т).

Известные по предыдущим работам и открытые нами рудопоявления радиоактивной минерализации подразделяются на три формационных типа, отвечающих главнейшим тектоническим режимам развития региона: проявления, сформировавшиеся на раннем этапе становления земной коры Алдано-Станового щита в архее; проявления раннепротерозойской тектоно-магматической эпохи; проявления, образовавшиеся в мелу в коллизионный этап развития территории.

Археем датируются урановые и торий-урановые проявления уран-торий-редкоземельной формации в редкометалльных пегматитах и кальцит-диопсидовых скарнах в связи с архейской гранитизацией метаморфических толщ. Высокая радиоактивность редкометалльных пегматитов и диопсидовых скарнов объясняется присутствием в них уран- и торийсодержащих минералов – фергусонита, малакона, ортита, монацита. Радиоактивные проявления представлены небольшими гнездами аномальной радиоактивности преобладающей ториевой природы. Содержания тория в гнездах составляют первые сотые – десятые доли, урана – первые сотые доли процента.

К *раннепротерозойской эпохе* отнесены ториевые, торий-урановые и урановые проявления формации кремнещелочных метасоматитов; урановые проявления в альбититах, распространённые в центральной и юго-западной частях Купуринской площади.

В кремнещелочных метасоматитах по мигматизированным биотитовым и амфибол-биотитовым гнейсам природа проявлений, как правило, ториевая, реже торий-урановая. В местах аномальной радиоактивности отмечаются биотитизация и скопления радиоактивных акцессорных мине-

ралов – циркона, ортита, монацита, оранжита. Содержания Th до 0,096, U <0,009%. В гнейсах, интродуцированных гранитами древнестанового интрузивного комплекса, подверженных кремнещелочному метасоматозу, природа радиоактивности урановая, реже торий-урановая. Радиоактивные минералы развиваются в форме гнезд размером до 1 м. Повышенная радиоактивность тяготеет к линзочкам и скоплениям биотита и связана с уранинитом и браннеритом. Содержания U до 0,2% при фоновых содержаниях Th.

Радиоактивные проявления в альбититах в среднем течении р. Пакчи прослеживаются в гнейсах, прорванных жилами гранитов и гранито-гнейсов древнестанового комплекса. По данным минералого-петрографического изучения минералогических проб устанавливается многостадийный процесс гидротермально-метасоматических изменений: калишпатизация, альбитизация, окварцевание. К катаклазированным и милонитизированным породам приурочены выделения метасоматических и рудных минералов – биотита, актинолита, магнезиального хлорита, серицита, эпидота, пирротина, пирита, халькопирита, молибденита, апатита, сфена, циркона, уранинита, бетафита. Содержание U в породе 0,0111, Th 0,0014, K 2,96, Na 3,45%. Кроме того, обнаружены Pb, Cu 0,004, Bi 0,007, P 0,07, Mo 0,001%, Au 0,1 г/т. К наиболее характерным проявлениям этого типа относятся аномалии № 5 и № 6 (неопубликованные материалы Таёжного ПГО, М.В.Горошко, 1998 г.).

Урановые проявления мезозойского возраста контролируются Оконон-Купуринской радиогеохимической зоной (см. рис. 1, а; рис. 2). Они выявлены на значительном интервале этой зоны от р. Оконон на севере до р. Купури на юге на расстоянии ~100 км и характеризуются близкими условиями локализации руд, типами гидротермально-метасоматических изменений и элементов-спутников уранового оруденения.

Выделение радиогеохимических зон – важная задача прогнозных работ на уран. К этим работам привлекаются карты радиогеохимических полей, ореолов элементов-спутников урановой минерализации, специализированных на уран магматических пород, ураноносных проявлений, ореолов метасоматической зональности и др. Основой для составления карты служили главным образом данные АГСМ-полей м-ба 1:50 000 и литогеохи-

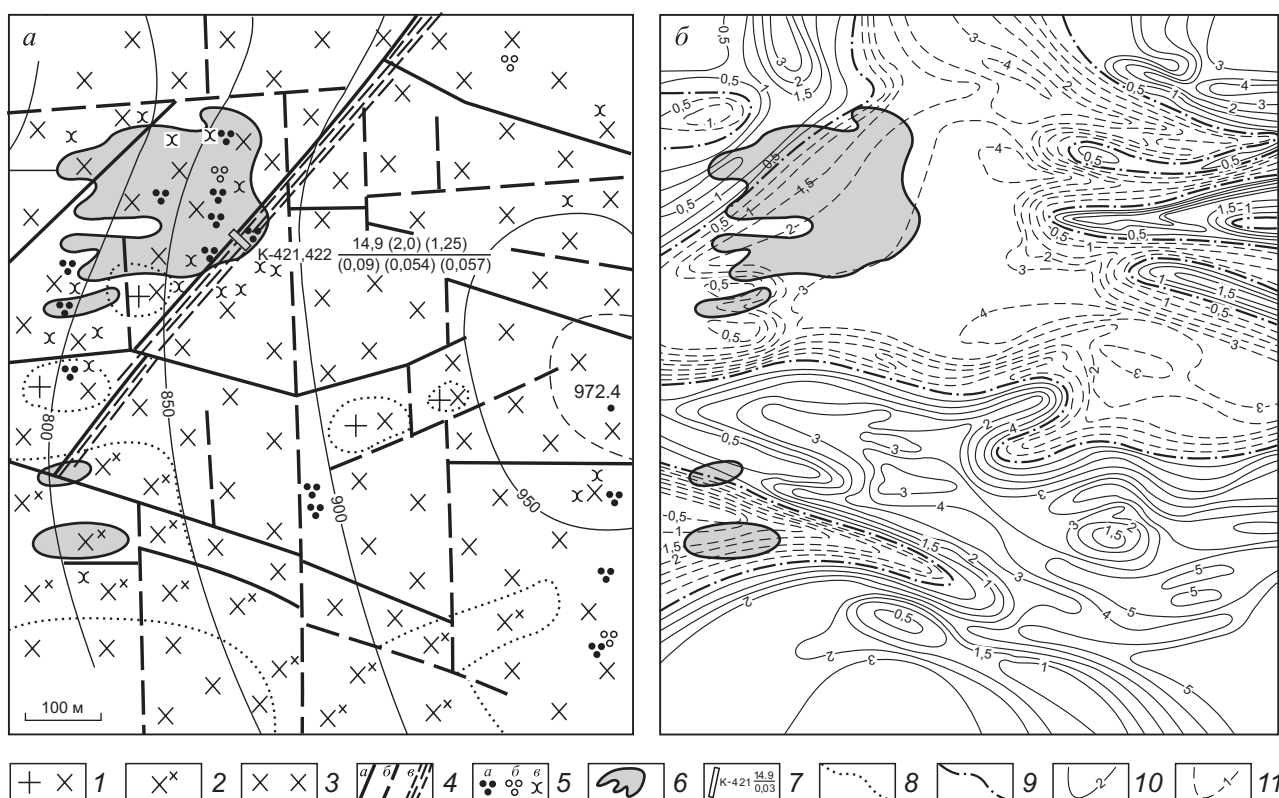


Рис. 3. СХЕМАТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (а) И КАРТА АНОМАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ (б) РУДОПРЯВЛЕНИЯ ПАКЧИ:

тындинско-бакаранский интрузивный комплекс: 1 – гранодиориты, 2 – мелкозернистые диориты, 3 – массивные среднезернистые биотит-амфиболовые диориты; 4 – разломы (а – установленные, б – предполагаемые по геофизическим данным, в – вскрытые горными выработками); 5 – эпигенетические изменения (а – гематитизация, б – аргиллизация, в – хлоритизация); 6 – ореолы аномальной радиоактивности; 7 – каналы, их номера, результаты вскрытия рудных зон (в числителе – мощность рудного интервала, м, в знаменателе – содержание U, %); 8 – фациальные границы; изолинии аномального магнитного поля, нТл: 9 – нулевые, 10 – положительные, 11 – отрицательные

мического опробования по нерегулярной сети, проведённые в 1996–1998 гг. Таёжным ПГО (ответственный исполнитель М.В.Горошко). Фоновые и аномальные содержания урана определялись по выборкам для различных комплексов пород статистическими методами на ЭВМ. Аномальные содержания выносились на карту. По результатам обработки аэроданных в совокупности с вышеперечисленными признаками выделена Оконон-Купуринская радиогеохимическая зона, объединяющая специализированные на уран комплексы пород, урановые проявления и аномалии, ореолы элементов-спутников урановой минерализации и структурные данные.

Рудопроявление Пакчи локализовано в диоритах тындинско-бакаранского интрузивного комплекса. Рудоконтролирующая структура представ-

лена мощной крутопадающей зоной интенсивной трещиноватости и брекчирования северо-восточного простирания сбросового характера (рис. 3). Рудопроявление расположено в краевой части локальной отрицательной аномалии магнитного поля ΔT размером 400×500 м на фоне интенсивного положительного магнитного поля. Она отвечает диоритам, утратившим намагничённость вследствие наложенных интенсивных гидротермально-метасоматических процессов. В радиоактивном поле участку рудопроявления соответствует радиоактивная аномалия размером 240×220 м по изолинии 30 мкР/ч на фоне 12–14 мкР/ч.

В связи со сложными природными условиями ведения работ рудная зона вскрыта не на полную мощность. Она приурочена к участку с максимальной тектонической и гидротермально-ме-

тасоматической проработкой диоритов. Неполная мощность вскрытого рудного интервала по бортовому содержанию U 0,03% >14 м. В нём выделяются два интервала мощностью 2,0 и 1,25 м с содержанием U 0,054 и 0,057% соответственно.

Гидротермально-метасоматические процессы в околорудном пространстве протекали в несколько стадий: калишпатизация, окварцевание, пренитизация, хлоритизация, цеолитизация (ломонтит), глинисто-гидрослюдистые изменения. Высокие содержания урана на рудопроявлении обусловлены наличием в рудных зонах собственно урановых (урановая чернь, уранофан) и большого количества урансодержащих минералов – биотита, роговой обманки, циркона, тёмного апатита, сфена, ильменита, пирита, гидроксидов железа. Эти минералы развиваются в цементирующей массе тектонических брекчий, зон катаклаза и интенсивной трещиноватости. В рудных пробах, кроме аномальных концентраций урана, присутствуют Au 0,4, Ag 30 г/т, Pb 0,004, As 0,04, Mo 0,002, Ba 0,15%. Факторным анализом установлены высокие корреляционные связи урана со свинцом и молибденом. Рудопроявление может быть отнесено к урановой формации в связи с каолин-гидрослюдистыми метасоматитами зон разломов.

Кроме рудопроявления Пакчи, в пяти километрах к северу от него выявлены два ореола аномальной радиоактивности интенсивностью 30–105 мкР/ч, протяжённостью 250 и 200 м при ширине 5–25 м. Ореолы тяготеют к зонам катаклаза и кварц-гидрослюдистых изменений по плагиогранитам и мигматизированным гнейсам. Урановая минерализация представлена гидроксидами урана и радиоактивным цирконом. Содержание U в штучных пробах до 0,0574, As до 0,008, Вi до 0,03, Mo до 0,001, Pb до 0,007%, Au 0,2, Ag 4 г/т. По результатам факторного анализа уран образует тесную геохимическую ассоциацию со свинцом, цинком и серебром.

Рудопроявление Унин расположено в гольцовой части рельефа в районе высоты 1943,9 м на водоразделе рек Пакчи – Джагарма (рис. 4). Природные условия ведения наземных поисковых работ крайне неблагоприятны: коренные выходы встречаются только на узких гребневидных водоразделах. Рудопроявление локализовано в гранодиоритах тындинско-бакаранского позднеюрско-раннемелового интрузивного комплекса,

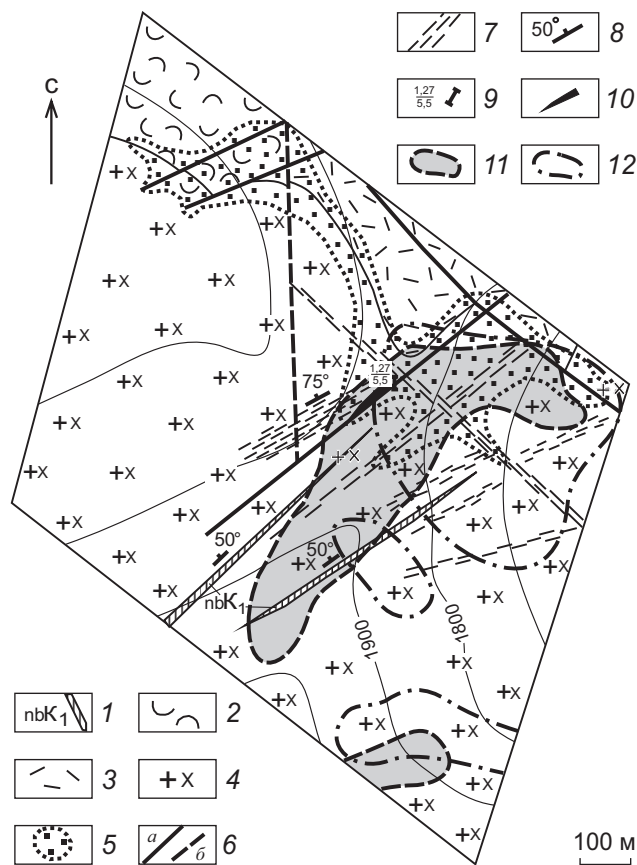


Рис. 4. СХЕМАТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РУДОПРОЯВЛЕНИЯ УНИН:

1 – дайки диабазовых порфиритов и габбродиабазов; 2 – туфы агломератовые, псефитовые риолитового состава; 3 – риолиты, их лавобрекчии; 4 – гранодиориты (γδ), реже кварцевые диориты (б) тындинско-бакаранского интрузивного комплекса; 5 – ореолы березитизированных пород; 6 – тектонические нарушения (а – установленные, б – предполагаемые); 7 – зоны дробления и интенсивной трещиноватости пород; 8 – элементы залегания тектонических нарушений и даек; 9 – канава, результаты вскрытия рудных тел (в числителе – содержание U, %, в знаменателе – мощность рудных тел, м); 10 – урановые рудные тела; 11 – ореолы рассеяния урана; 12 – мультипликативные ореолы элементов-спутников урановой минерализации (Mo·Cu·Pb·Ag·As ≥ x̄+δ)

перекрытых на севере участка кислыми эффузивами бомнакской свиты нижнего мела. Контакт гранодиоритов с эффузивами пологий с падениями на северо-восток под углами 20–25°. Вдоль контакта в гранодиоритах и эффузивах картиру-

ется мощный ореол березитизированных пород, прослеженный по простиранию на 900 м. Все породы прорваны дайками основного состава, внедрившимися вдоль разломов северо-восточного, реже северо-западного простираний. Гранодиориты и эффузивы характеризуются высокими содержаниями урана (см. табл. 1) при пониженном торий-урановом отношении.

В центральной части участка выявлен ореол аномальной радиоактивности размером 80×25 м, вскрытый канавой в одном сечении. Урановая минерализация приурочена к крутопадающей тектонической зоне северо-восточного простирания общей мощностью ~16 м, в пределах которой выделяются несколько швов интенсивного дробления и трещиноватости пород с видимой первичной и вторичной урановой минерализацией. Средневзвешенное содержание U в зоне составляет 1,27% на мощность 5,5 м, в том числе 7,565% на мощность 0,37 м.

Дорудные гидротермально-метасоматические изменения в зоне протекали в несколько стадий: калишпатизация, грейзенизация, интенсивная гидрослюдизация. Урановая минерализация накладывается на все более ранние эпигенетические минералы и представлена первичными оксидами, гидроксидами и силикатами. Возраст уранового оруденения по уран-свинцовой изохроне 130 ± 13 млн лет [7].

В аномальных концентрациях, кроме урана, присутствуют Au до 0,4, Ag до 3 г/т, Pb 0,3, As 0,04, Mo 0,02, Cu 0,003%. Факторный анализ показал высокие корреляционные связи урана со свинцом, медью, молибденом, мышьяком, серебром.

Рудопроявление Оконон залегает в гранодиоритах тындинско-бакаранского интрузивного комплекса в мощной зоне катаклаза и милонитизации с наложенной аргиллизацией, хлоритизацией и окварцеванием. Радиоактивность до 200 мкР/ч обусловлена вторичной урановой минерализацией. Помимо урана, в зоне обнаружены Cu до 0,6, Pb 0,001, Co 0,01–0,05, Mo 0,02%.

В результате исследований определены основной потенциально промышленный формационный тип урановых проявлений, датируемый мезозойским возрастом, и основные закономерности их локализации.

Урановые проявления находятся в зоне Станового глубинного разлома, разграничивающего

Алданскую гранулит-гнейсовую и Становую гранит-зеленокаменную области Алдано-Станового щита. В районе проявлен интенсивный многофазный и полифациальный вулканогенно-интрузивный магматизм позднемезозойского возраста. Пространственно магматизм контролировался Становым глубинным разломом. Ранние стадии магматизма характеризуются образованием гранитоидов диорит-гранодиоритовой формации, а поздние – высокорadioактивными, специализированными на уран лейкогранитами калиевого ряда повышенной щёлочности.

Телескопирование многофазного и полифациального мезозойского магматизма на относительно коротком отрезке Станового глубинного разлома указывает на наиболее проницаемый его участок для магматитов и продуктов постинтрузивной гидротермальной деятельности и определяет границы потенциально урановорудного района.

Зоны околорудных гидротермально-метасоматических изменений отчётливо фиксируются отрицательными значениями аномального магнитного поля, что связано с резким понижением магнитной восприимчивости пород за счёт разложения магнитных минералов на значительную глубину.

Урановое оруденение локализуется в зонах северо-восточных разломов, занимающих резко секущее положение относительно основных складчатых и разрывных структур района. К разломам часто приурочены самые молодые дайки и их пояса основного, среднего и кислого составов.

Анализом проявленности уранового оруденения в поле экстенсивности развития коротких линеаментов установлена связь рудных проявлений с ореолами их максимального развития (см. рис. 1, а), что может рассматриваться в качестве благоприятного фактора рудоконтроля.

Структурный контроль оруденения является главенствующим. Это мощные зоны интенсивного катаклаза и трещиноватости в гранитоидах тындинско-бакаранского интрузивного комплекса, реже в гранито-гнейсовом фундаменте.

Уран образует тесные геохимические связи со свинцом, медью, молибденом, серебром, цинком. На всех рудопроявлениях установлено содержание Au до 0,4 г/т.

Положение Купуринской площади в зоне сочленения по Становому глубинному разлому двух

крупнейших структур Алдано-Станового щита Алданской гранулит-гнейсовой и Становой гранит-зеленокаменной областей, интенсивное развитие многоэтапного мезозойского магматизма, завершившегося внедрением специализированных на уран позднемезозойских лейкократовых гранитов ираканского комплекса, проявление урановой минерализации на значительном (~100 км) отрезке Станового разлома и другие благоприятные признаки позволяют рассматривать Окнон-Купуринскую радиогеохимическую зону как потенциальную ураноносную.

Оценка максимальной проявленности прямых и косвенных критериев ураноносности даёт возможность определить на стадии среднемасштабных поисковых работ участки для более детальных поисковых и поисково-оценочных работ, прежде всего на недоизученных рудопроявлениях и в экзо- и эндоконтактах высокорadioактивной интрузии Марела в истоках р. Унин. Сравнительный анализ условий локализации уранового оруденения на Купуринской площади и других ураноносных районов мира (Западная Европа, Чехия, Китай, Забайкалье) [21, 22] выявил значительные черты сходства района [4, 8, 15] с регионами с установленной промышленной ураноносностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий.* М-б 1:2 500 000. Объяснительная записка / Л.И.Красный, А.С.Вольский, Пэн Юньбяо и др. – СПб., Благовещенск, Харбин: МПР РФ, Мин-во геол. и мин. ресурсов КНР, 1999.
2. *Геологическая карта России и сопредельных государств (в границах бывшего СССР).* М-б 1:5 000 000 / Гл. редактор Р.И.Соколов. – СПб.: Ленингр. картфабрика ВСЕГЕИ, 1992.
3. *Геологическая карта СССР.* М-б 1:1 000 000 (новая серия). Лист N-52-(53) Зея / Отв. ред. Е.М.Заблоцкий. – Л.: ВСЕГЕИ, 1985.
4. *Геология и металлогения Забайкалья и Восточной Монголии* / Под ред. Ю.М.Шувалова, М.Д.Пельменева. – Л.: ВСЕГЕИ, 1982.
5. *Геохронологические исследования гранитоидов Становой складчатой области* / Л.Н.Тимаков, Н.В.Шатова, Н.Г.Бережная и др. // Региональная геология и металлогения. 2015. № 61. С. 35–49.
6. *Гиммельфарб Г.Б., Белоножко А.Б., Заборский В.Ю.* Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Сер. Становая. Лист N-52-VI. – М.: Недра, 1971.
7. *Горошко М.В., Малышев Ю.Ф., Кириллов В.Е.* Металлогения урана Дальнего Востока России. – М.: Наука, 2006.
8. *Государственная геологическая карта Российской Федерации.* М-б 1:1 000 000 (третье поколение). Лист N-52 (Зея) / А.Н.Серезников, Ю.Р.Волкова, А.Л.Яшнов и др. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2005.
9. *Казмин Ю.Б., Федоровский В.С., Найденов Ю.Ф.* Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Сер. Становая. Лист N-52-IV. Объясн. записка. – М.: Копир.-картограф. предприятие Всесоюз. геол. фонда, 1970.
10. *Казмин Ю.Б.* Становой глубинный разлом, его влияние на магматизм и металлогению // Тр. Всесоюз. аэрогеол. треста. 1962. Вып. 8. С. 98–102.
11. *Карсаков Л.П.* Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Сер. Становая. Лист N-52-XI. – М.: Мингео СССР, 1974.
12. *Карсаков Л.П.* Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Сер. Становая. Лист N-52-XII. – М.: Мингео СССР, 1980.
13. *Карсаков Л.П.* *Метаморфические комплексы Приамурья / Метаморфизм докембрия в районе Байкало-Амурской магистрали* – Л.: Наука, 1983. С. 66–97.
14. *Карсаков Л.П., Чжао Чуньчин, Горошко М.В., Малышев Ю.Ф.* Тектоническая карта области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов. Объяснительная записка к тектонической карте м-ба 1:1 500 000. – Владивосток-Хабаровск: Дальневосточное книжное издательство, 2005.
15. *Лошак Н.П.* Геологическая карта и карта полезных ископаемых СССР. М-б 1:200 000. Сер. Становая. Лист N-52-X. – М.: Мингео СССР, 1971.
16. *Малышев Ю.Ф.* Геофизические исследования докембрия Алданского щита. – М.: Недра, 1977.
17. *Металлогения урана Урало-Монгольского пояса* / Под ред. Ю.А.Арапова, А.А.Смылова, В.М.Терентьева и др. – Л.: ВСЕГЕИ, 1986.
18. *Микаилов Б.А., Терещенко Л.В., Панкина С.А.* Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Лист N-52-V. – М.: Мингео СССР, 1971.
19. *Соколовский А.К., Федчук В.Л., Корсаков А.К., Соболев В.М.* Строение нижнего докембрия Становой области Алданского щита // Геология и разведка. 1994. № 5. С. 9–19.
20. *Структура и эволюция земной коры области сочленения Центрально-Азиатского пояса и Сибирской платформы: профиль 3-ДВ Сковородино – Томмот* / А.Н.Диденко, А.С.Ефимов, П.А.Нелюбов и др. // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 10. С. 2112–2131.
21. *Тектоника, глубинное строение и минералогия Приамурья и сопредельных территорий* / Отв. ре-

- дакторы Г.А.Шатков, А.С.Вольский. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.
22. Урановые месторождения Чехословакии / Ю.А.Арапов, В.Е.Бойцов, Г.А.Кремчуков и др. – М.: Недра, 1984.
23. *Gilmanova G.Z., Rybas O.V., Goroshko M.V.* Specialized radar processing for the location of large geologic targets // *Geology and resources*. 2015. Vol. 24. № 3. P. 283–286.

GEOLOGICAL STRUCTURE AND URANIUM POTENTIAL OF KUPURINSKAYA AREA, ALDAN-STANOVY SHIELD

M.V.Goroshko, B.F.Shevchenko, G.Z.Gilmanova, M.Yu.Nosyrev

Materials on geology and uranium potential of Kupurinskaya area, Aldan-Stanovoy shield, are summarized and analyzed. Three uranium epochs (Early Archean, Early Proterozoic and Late Mesozoic) are outlined with the latter recognized as the most important by the authors as it differs from the earlier ones by ore zone parameters and presence of high-grade ores. Radiogeochemical characterization of all the rock complexes is given, Archean granitoids of the old Stanovoy intrusive complex and Late Mesozoic Irakan intrusive complex are determined as specialized for uranium. Radiogeochemical Okonon-Kupurinskaya zone confined to Stanovoy deep-seated fault at a junction of Early Archean Ud-May and Early to Late Archean Kupurinsky block of Aldan-Stanovoy shield is recognized. It is recommended for further uranium prospecting.

Keywords: Aldan-Stanovoy shield, Stanovoy deep-seated fault, Archean, Mesozoic, Cenozoic, magmatism, metallogeny, uranium.

ПОДПИСЧИКАМ

ПОДПИСКА В ПОЧТОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ

по каталогу «Газеты. Журналы» Агентства «Роспечать»
(индекс 47218)

ПОДПИСКА НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА
на сайте Научной Электронной Библиотеки elibrary.ru

Вышедшие номера журнала можно приобрести в редакции:

Адрес: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1
Контактный телефон: 8 (495) 315-28-47. Факс: 315-43-47
E-mail: rudandmet@tsnigri.ru, rudandmet@yandex.ru

Периодичность – 4 номера в год. Цена подписки на год 1200 рублей