

На правах рукописи

Самгин-Должанский Иван Сергеевич

**СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ
УРАНОНОСНЫХ ЗОН И СОПРОВОЖДАЮЩИЕ
ИХ ОКОЛОРУДНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ АКИТКАНСКОГО
ПОТЕНЦИАЛЬНОГО УРАНОВОРУДНОГО РАЙОНА
(СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

Специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых, минерагения

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук**

Москва – 2012

Диссертационная работа выполнена на кафедре геологии месторождений полезных ископаемых в Федеральном Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе» (МГРИ-РГГРУ).

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, профессор

Бойцов Владимир Емельянович (МГРИ-РГГРУ)

доктор геолого-минералогических наук, профессор

Игнатов Петр Алексеевич (МГРИ-РГГРУ)

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор

Пирогов Борис Иванович (ФГУП «ВИМС»)

кандидат геолого-минералогических наук

Печёнкин Владимир Гертрудович (ФГУП «УранГео»)

Ведущая организация: Федеральное государственное унитарное предприятие

«Институт минералогии, геохимии и кристаллографии

редких элементов» (ФГУП «ИМГРЭ»)

Защита состоится 22 марта 2012 г. в _____ на заседании диссертационного совета Д 212.121.04 при Российском государственном геологоразведочном университете им. Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ) по адресу: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, ауд. 5-53.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГРИ-РГГРУ.

Автореферат разослан «___» февраля 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук

А.И.Бобков

ВВЕДЕНИЕ

Диссертационная работа подготовлена по результатам полевых и камеральных работ 2007-2010 гг. на территории Аkitканского потенциального урановорудного района (АПУРР) Северного Прибайкалья. В его центральной части (на территории Черепаниховской площади и других участках) работами предыдущих лет выявлено более 40 аномалий радиоактивности и 10 перспективных рудопроявлений урана.

Актуальность. Современная промышленность России ощущает острый дефицит в урановом сырье, поэтому важнейшей задачей геологоразведочной отрасли страны является расширение минерально-сырьевой базы урана, путём доизучения известных и выявления новых перспективных площадей и участков. Федеральная целевая программа «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007-2010 годы и на перспективу до 2015 года», утверждённая в соответствии с Постановлением Правительства РФ, предусматривает проведение комплексных работ в районах, перспективных на обнаружение средних и крупных месторождений урана, в частности, на территории Иркутской области. В рамках этой программы по заданию Федерального агентства по недропользованию ФГУП «ВИМС», БФ «Сосновгеология», ФГУП «УранГео» и другими организациями был проведён комплекс мероприятий по геолого-экономической оценке эндогенных урановых объектов в Аkitканском урановорудном районе, включающих разработку рациональных методов поисков слепого и слабопроявленного уранового оруденения, определение рудно-формационных типов оруденения, изучение минералого-геохимических особенностей окolorудных гидротермально-метасоматических изменений и вещественного состава руд.

Целью работы является установление закономерностей локализации уранового оруденения, включая распространение рудосопровождающих гидротермально-метасоматических изменений пород, типизацию минералого-геохимических и структурных особенностей слепого и слабопроявленного уранового оруденения, диагностику его вещественного состава и возраста в центральной части Аkitканского пояса.

Основные задачи.

1. Выявление геолого-тектонической и структурной позиции перспективных участков и рудопроявлений в центральной части Аkitканской структуры.
2. Типизация рудоносных зон и определение их морфологии.
3. Определение вещественного состава околорудных метасоматитов и их структурного положения.
4. Построение пространственно-временной модели и определение рудно-формационного типа уранового оруденения.

Научная новизна. Применение комплекса современных методов анализа и изучение всех имеющихся геологических данных для Аkitканского ураноносного района со слепым и слабопроявленным урановым оруденением позволило автору получить принципиально новые данные о пространственно-временных, структурных и минералого-геохимических особенностях развития рудообразующего процесса в центральной части Аkitканского пояса в Северном Прибайкалье:

- выделены два структурно-морфологических типа рудных залежей, и, соответствующие им, текстурные разновидности урановой минерализации;
- установлена пространственная разобщенность рудосопровождающих щелочных метасоматитов натриевой и калиевой специализации и их связь с различными тектоническими структурами.

Практическая значимость. Полученные автором данные о структурно-морфологических типах рудоносных зон, морфологии и закономерностям локализации урановых залежей позволяют прогнозировать на территории Северного Прибайкалья новые перспективные площади, сходные по строению и составу минерализации, разрабатывать рекомендации по методике поисков и оценки слепых и слабопроявленных месторождений урана, прогнозировать ожидаемые типы оруденения. Полученные результаты использованы ВИМС при переоценке имеющихся участков и рудопроявлений района и подсчёте в 2010 году прогнозных ресурсов на участках Парусный, Безымянный и других.

Фактический материал и личный вклад автора. С 2007 года автор участвовал в составе отдела уранового сырья ВИМС в договорных работах с ФГУП «Урангео» по поискам эндогенного уранового оруденения в Аkitканском районе

под руководством заместителя генерального директора ВИМС по урановому сырью А.Д.Коноплева. В течение 4-х полевых сезонов автором пройдены сотни километров геолого-радиометрических маршрутов, задокументировано 15000 погонных метров керна и более 20 канав, отобран значительный объём образцов (более 5000) и несколько тысяч проб различной специализации. При непосредственном участии автора составлены детальные геологические карты масштаба 1:5000 – 1:10000 участков Кутима (2007), Парусный (2007-2009 гг.), Безымянный (2007-2009 гг.), Дорожный (2008-2010 гг.). По серии буровых профилей построены колонки и структурные разрезы с учётом геофизических данных и петрографических исследований, на основе которых проведены геолого-структурные реконструкции рудных тел и метасоматических ореолов; написаны тематические главы в 12-ти промежуточных и 2-х окончательных отчётах ВИМС. Вещественный состав уранового оруденения и околорудных метасоматитов, помимо петрографических исследований, изучался с использованием комплекса минералогических и геохимических методов. В работе использованы результаты обобщения автором данных научно-исследовательских и производственных отчетов прошлых лет, в том числе и фондовых материалов БФ «Сосновгеология». С участием автора проведён подсчет прогнозных ресурсов участков Аkitканской площади по категориям P_1 и P_2 и написано экспертное заключение.

Методы исследования. Автор использовал полевые методы геологического картирования, дешифрирования КС и АФС, интерпретации радиометрических и других геофизических данных, методы компьютерной обработки (ГИС). Петрографические и минералого-геохимические исследования проведены А.В.Курбатовым, Н.В.Овсянниковым, В.М.Тюленевой, Н.В.Леденёвой и А.Т.Костиковым. Все аналитические работы проведены в лабораториях ФГУП «ВИМС»: рентгеноспектральный, микрозондовый (микроанализаторы JXA-8100 фирмы JEOL Япония) и Camebax (Франция) (аналитики Н.И.Чистякова, Г.В. Нечелюстов); электронная микроскопия (ПЭМ Tesla BS-540, Tecniai-12 – метод угольных реплик с экстракцией, а также РЭМ) (Дубинчук В.Т., Ружицкий В.В.); выполнен рентгеновский количественный фазовый анализ. Определения возраста оруденения по Pb-Pb-ым изотопным отношениям в урановых минералах проводились кинетическим термоизохронным методом (Л.В.Сумин). Исследования

проб и образцов изотопно-почвенным методом (ИПМ) выполнены под руководством Бахура А.Е.

Апробация. Основные результаты проводившихся исследований неоднократно докладывались автором на секциях Ученого совета ВИМС, на научных конференциях, включая Международные конференции «Новые идеи в науках о Земле» (РГГРУ) и Всероссийские научно-практические конференции молодых ученых и специалистов ФГУП «ВИМС». Результаты исследований по теме диссертации нашли отражение в 7 научных статьях и тезисах докладов, опубликованных в печати.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из 2-х томов. 1 том содержит печатный текст: введение, 4 главы, заключение, список литературы из 141 наименования. Общий объём 1 тома составляет 142 машинописных страницы с 13 таблицами и проиллюстрирован 47 рисунками и микрофотографиями. 2 том составляют 9 графических приложений (картографический материал и геологические разрезы).

Благодарности. Диссертационная работа выполнена на кафедре геологии месторождений полезных ископаемых МГРИ-РГГРУ под научным руководством зав. кафедрой, д.г.-м.н., профессора В.Е.Бойцова, оказавшего автору большую научную и практическую помощь. Автор сердечно благодарит за неоценимую помощь, поддержку и критические замечания д.г.-м.н., профессора П.А.Игнатова, который фактически руководил работой автора на последнем этапе её подготовки. Полевые работы, интерпретация результатов и геолого-структурные построения осуществлялись совместно с коллегами – сотрудниками ВИМС А.В.Курбатовым, А.А.Ивановым, С.И.Мельниковым, Б.Н.Шашориным под чётким руководством зам. директора по урановому сырью ВИМС А.Д.Коноплева, которым автор искренне благодарен за творческую помощь и терпение. Автор с благодарностью вспоминает совместные полевые работы и внимание коллег из БФ «Сосновгеология» – гл. геолога И.И.Царука и гл. геофизика А.Б.Клинова. За профессиональное сотрудничество, помощь в освоении методов исследования вещественного состава оруденения, в подборе материала и ценные замечания автор выражает глубокую благодарность и признательность сотрудникам ВИМС – Н.В.Леденёвой, В.М.Тюленевой, Н.В.Овсянникову и В.Т.Дубинчуку. В работе над

диссертацией трудно было бы обойтись без советов и творческой поддержки декана ГРФ МГРИ-РГГРУ, профессора А.А.Верчебы и зам. директора по научной работе ФГУП «ВИМС» И.Г.Печенкина, которым автор выражает искреннюю признательность. Автор хранит светлую память о А.Т.Костикове, который делился с ним своим огромным опытом исследований. Особая благодарность за постоянную помощь и моральную поддержку на всём протяжении подготовки работы доценту МГРИ-РГГРУ Т.Ю.Должанской.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

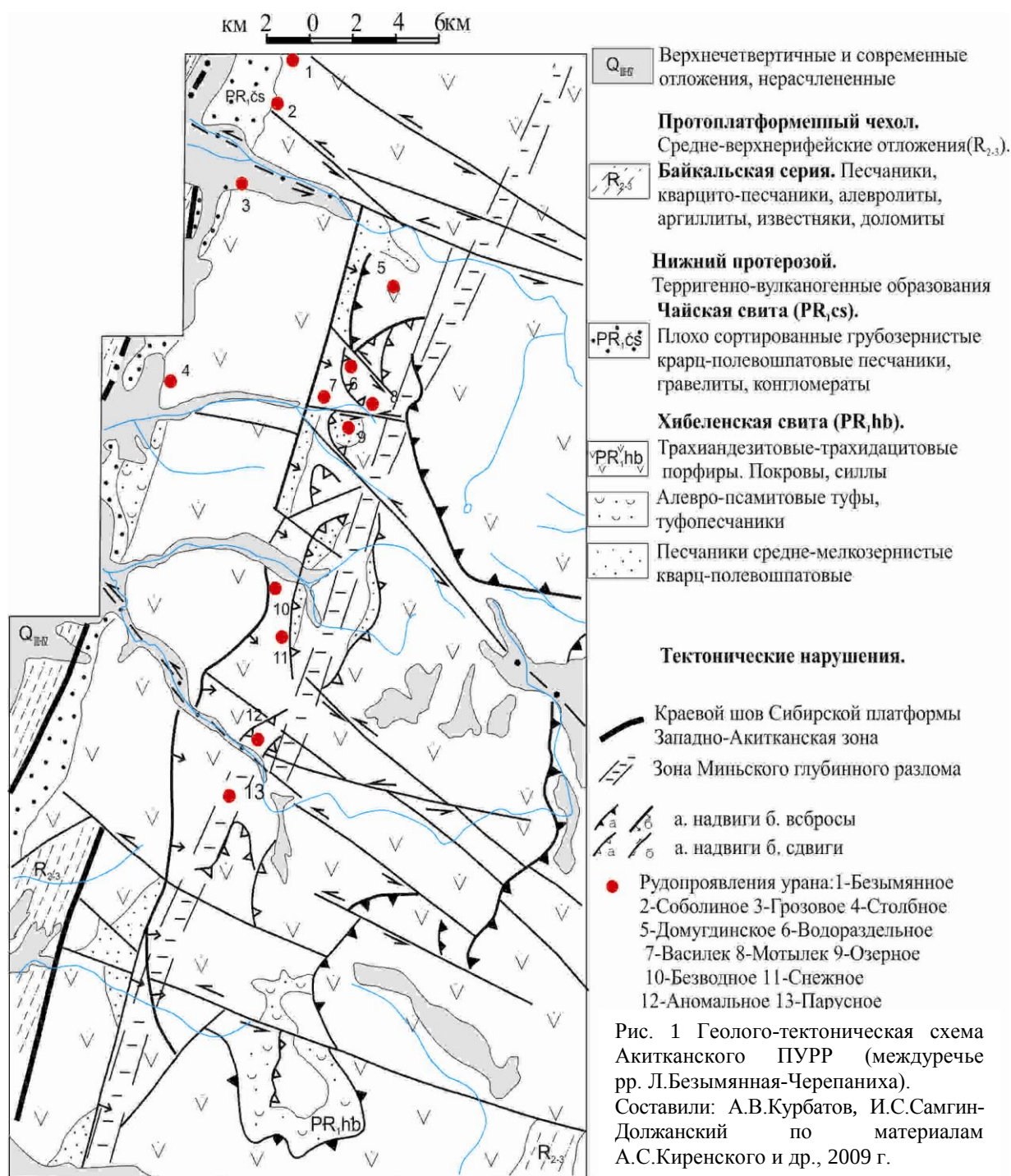
Первое защищаемое положение. *Перспективные ураноносные участки и рудопроявления в центральной части Аkitканского потенциального урановорудного района, расположенные в Западно-Аkitканской и Миньской тектонических зонах глубокого заложения раннепротерозойско-позднерифейского этапов тектоно-магматической активизации, контролируются узлами пересечения дизъюнктивных структур второго и более высокого порядков взбросо-сдвигового типа.*

Материалы по первому защищаемому положению изложены в главе 2 и проиллюстрированы геологическими картами и разрезами участков и рудопроявлений (приложения 2.1-3.2.6).

Центральная часть Аkitканского потенциального урановорудного района (АПУРР) в структурном плане соответствует одноименному раннепротерозойскому вулcano-плутоническому поясу (вулcanoгену) в составе Байкальской горной области, и примыкает к зоне Ангарского кратона Сибирской платформы (северо-западнее озера Байкал), протягиваясь в северо-восточном направлении на 330 км, при ширине от 10-15 до 75 км [Крупенников, 1994].

Рассматриваемая в диссертационной работе центральная часть Аkitканского пояса, в современном рельефе расположена в междуречье р. Черепанихи и р. Кутима, на западных и северо-западных склонах Аkitканского хребта. Фундаментом пояса служат метаморфизованные сложноскладчатые вулcanoгенно-осадочные образования нижнепротерозойского возраста [Артемьев, 1962ф; Киренский, 1970ф], на которых несогласно залегают континентальные осадочные и

вулканические породы акитканской серии (хибеленской и чайской свит) (рис.1). Вулканические и терригенно-вулканические породы хибеленской свиты (PR_{1hb}) слагают большую часть территории, всю его центральную и восточную части. Разрез хибеленской свиты представлен вулканическими породами субщелочного кисло-среднего состава, в основном, трахиандезитовыми – трахидацитовыми порфирами, пирокластическими образованиями и редкими горизонтами песчаников, гравелитов и конгломератов. Общая мощность хибеленских образований более 3000 м.



На вулканогенных образованиях хибеленского возраста в северо-западной части района несогласно залегают грубообломочные отложения чайской свиты (PR_1cs). В пределах участка Безымянный нами установлено наличие надвиговых структур, которое фиксируется по залеганию вулканитов хибеленской свиты на образованиях чайского возраста [Самгин-Должанский, 2010]. В нижней части разреза чайской свиты залегают грубозернистые полимиктовые и аркозовые песчаники, гравелиты с многочисленными прослоями туфопесчанников; вверх по разрезу они сменяются песчаниками, туфопесчаниками и туфами с прослоями эффузивов трахириолитового – трахидацитового состава. Мощность чайской свиты колеблется от 400 до 800 м. Возраст чайской свиты определён U-Pb методом по циркону и составляет 1863 ± 10 млн. лет, что соответствует раннему протерозою [Донская Т.В. и др., 2007], а возраст вулканитов акитканской серии, в целом, составляет 1800-1870 млн. лет [Неймарк и др., 1991; Булдыгеров, 2006].

Западная часть Акитканского района, расположенная в зоне краевого шва Сибирской платформы, отличается значительной разновозрастностью и гетерогенностью слагающих её отложений. Восточная полоса полностью более однородна: внутри вулканитов хибеленской свиты лишь по латерали и вертикали неравномерно проявлены внутриформационные терригенные отложения. Осадочно-вулканогенные отложения хибеленской свиты осложнены пологими линейными и куполовидными складками, прорваны дайками и субпластовыми телами габбро-диабазов и долеритов северо-западного простирания, относящихся к чайскому интрузивному комплексу раннего протерозоя (βPR_1cs), мощностью от первых метров до первых десятков метров [Булдыгеров, 1970ф; Киренский, 1976ф; Царук, 2010ф.]. В целом, центральная часть Акитканской структуры, по нашему мнению, в плане представляет собой эрозионно-денудационный срез крупной тектонической пластины надвигового типа, задранной вверх по типу «дуплекса», мощность которой можно оценить приблизительно в 500 м. Подошва надвига фиксируются локальными структурами растяжения в зоне сдвигово-надвиговых деформаций на поверхности, признаки которых в виде бластомилонитов выявлены в образцах и шлифах [Леденёва, Курбатов, 2011].

Дизъюнктивными структурами второго порядка являются продольные (субмеридиональные) разломы глубокого заложения: на западе и северо-западе

района – Западно-Акитканская зона, и в восточной и юго-восточной его частях – зона Миньского разлома (рис.1). Важная роль в строении вулканогена принадлежит молодым поперечным тектоническим нарушениям более высоких порядков взбросо-сдвигового типа. Они имеют субширотное и северо-западное простирание по азимутам 290-320°, реже 340°, что отчётливо фиксируется на космоснимках и отражено на геологических картах и разрезах. Сочетание продольных и пересекающих их поперечных разломов и тектонических зон создают мозаично-блоковое строение пояса [Шашорин,2010]. Узлы пересечения северо-западных взбросо-сдвиговых нарушений рифейского возраста с зонами глубинных разломов контролируют размещение большинства известных рудопроявлений АПУРР [Царук и др.,2009]. В зоне Западно-Акитканского разлома (западная полоса) локализованы участки Безымянный, рудопроявления Соболиное, Грозное, Столбное и др. В восточной полосе, в пределах Миньской зоны, находятся рудоносные участки Домугдинский, Дорожный (с рудопроявлениями Водораздельное, Озёрное, Василёк, Мотылёк) и Парусный (рудопроявления Алый парус и Аномальное). Поперечные сдвиги группируются в протяжённые зоны деформаций, разделенные блоками пород, не нарушенных тектоникой. Ширина зон колеблется от первых сотен метров до 3-5 км. Они имеют вертикальную плоскость сместителя, выражены густой системой трещин со швами расщепления, зонами дробления, милонитизации и гидротермально-метасоматических изменений пород, и часто фиксируются в обнажениях и керне скважин штриховкой и бороздами скольжения.

Так, например, этими нарушениями Гольцовская антиклинальная структура разбита на крупные тектонические блоки с различной амплитудой вертикальных перемещений (взбросов) и, соответственно, различных уровней эрозионного среза. Дорожнинская зона разломов выражена серией сближенных тектонических швов. По этим субширотным нарушениям взбросо-сдвигового типа Гольцовский блок граничит с Дорожнинским. Амплитуда смещения блоков составляет не менее 150-200 м. На рудопроявлении Кутима сдвиг имеет западно-северо-западное направление с амплитудой до 2 км. Вдоль него расположена современная долина реки Кутима.

По данным U-Pb методов определения возраста и результатам геологического картирования Акитканский вулcano-плутонический пояс формировался в несколько последовательных циклов: 1)раннепротерозойская

(карельская) эпоха развития региона связана с процессами становления коры, интенсивным континентальным вулканизмом и осадконакоплением (2,2-1,6 млрд. лет), с формированием рассеянного тонко-вкрапленного торий-редкоземельно-уранового оруденения; 2) позднепротерозойская (гренвилльская) эпоха (1,2-0,8 млрд. лет) – это время заложения и развития рифейских рифтогенных структур с сетью поперечных разломов, с магматическими интрузиями среднего и основного состава, с формированием рядового гнездово-вкрапленного уранового оруденения, ассоциирующего с поствулканическими преобразованиями щелочного состава; 3) раннекаледонская (венд-кембрийская) (650-500 млн. лет) эпоха, в которую сформировались складчато-надвиговые структуры южного обрамления Сибирской платформы; 4) девон-карбоновая (раннегерцинская) (400-300 млн. лет) эпоха характеризовалась блоковым тектогенезом и перераспределением урановых накоплений с образованием более богатых оксидных прожилково-вкрапленных концентраций урана [Тюленева, Курбатов, Самгин-Должанский, 2010].

Второе защищаемое положение. *Для Ачитканского потенциального урановорудного района характерны два структурно-морфологических типа рудоносных зон: 1 – жиллообразные с прожилково-штокверковыми текстурами руд в крутопадающих разломах; 2 – линзовидные с вкрапленными и гнездово-вкрапленными текстурами руд в пологих зонах брекчирования, трещиноватости и катаклаза.*

Материалы по данному положению изложены в 2 и 3 главах диссертационной работы и проиллюстрированы графическими приложениями 3.1.1-3.2.6.

Вмещающими породами для оруденения в Западно-Ачитканской части структуры являются вулканиты хибеленской свиты и песчаники чайской свиты. Потенциальные рудные поля, в том числе на участке *Безыманный*, состоят из серии тектонических блоков, конфигурация которых определяется сетью северо-восточных (45° - 60°) и субмеридиональных (15° - 30°) тектонических зон, пересекающихся системами разломов северо-западного простирания (320° - 330°). Оруденение участка *Безыманный* приурочено к крутопадающим, тектоническим зонам дробления шириной до 50 метров, а также к пологим зонам повышенной трещиноватости, микробрекчирования и катаклаза (рис. 2).

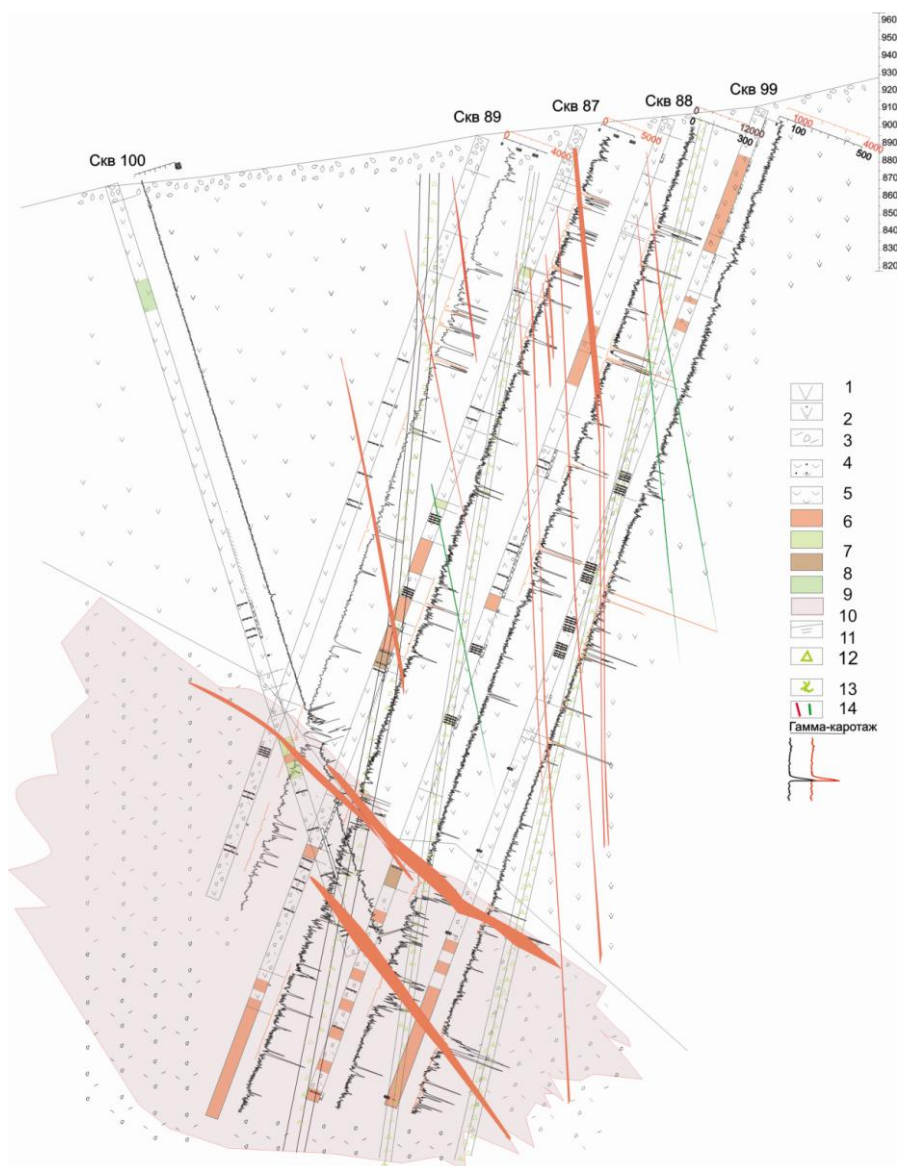


Рис. 2. Схематический разрез уч. Безымянный. 1-андезиты, трахиандезиты, 2-трахидациты 3- зона повышенной трещиноватости, брекчирования, катаклаза с метасоматической проработкой в трахиандезитах, 4-туфопесчаники, 5-туфы, 6-интервалы калишпатизации, 7- эпидотизация, 8- гематитизация, 9-хлоритизация, 10-зона калишпатизации (ортоклазиты), 11-тектонические нарушения (крутопадающие зоны), 12-интервалы брекчирования и дробления, 13 – интервалы катаклаза и тектонической прожилково-штокверковой проработки, 14-рудные тела.

Составили: А.А.Иванов, И.С.Самгин-Должанский, 2009 г.

Жильные ураноносные тела распространены от поверхности до глубины, примерно, 400 метров и расположены в толще трахиандезитов и трахидацитов, которая неравномерно и с различной степенью проработки затронута метасоматическими изменениями, основными из которых среди которых установлена калишпатизация, хлоритизация, гематитизация и окварцевание (рис. 3 и 4). Рудные зоны имеют протяженность до 300 метров и мощность 0,5-2 метра. Содержание урана варьирует от 0,011% до 0,62% (в среднем 0,084%) на мощность

от 0,2 м до 9,2 м (в среднем 1,5 м). Как правило, центральные части зон характеризуются более высокими (первые проценты) содержаниями урана.



Рис. 3. Зоны дробления в вулканитах хибеленской свиты, обогащенные рудной минерализацией. Участок Безымянный, скважина №98, инт. 360,1-370,0 м. Материалы автора, 2009 г.



Рис. 4. Прожилок карбонат-гематит-кварцевого состава с урановой минерализацией в толще вулканитов. Участок Безымянный, скважина №99, гл. 290,9 м. Материалы автора, 2009 г.

Рудная минерализация по данным Н.В.Леденёвой представлена прожилковыми и прожилково-штокверковыми выделениями (мощностью до 1-3 см) с настураном, гематитом, хлоритом и карбонатом (рис.4). Местами, кроме прожилковых, отмечаются брекчиевидные текстуры. В образцах с браннеритом обычно встречаются тонковкрапленные выделения настурана, приуроченные к гнездам кальцита (рис.5). Мелковкрапленное браннеритовое оруденение участка Безымянный располагается гипсометрически ниже вышеописанного прожилкового, в пологой зоне повышенной проницаемости, микробрекчирования, катаклаза, интенсивной калишпатизации и апатитизации трахиандезитов, мощностью более 200 м (рис.2). Ураноносные зоны представляют собой согласно залегающие линзы, мощностью от первых метров до 10-15 м с содержанием урана от сотых долей % до 0,05-0,103%, локализованные в ортоклазитах. Линзы с содержанием урана свыше 0,05% имеют мощность от 1,0-1,4 м до 9,2-10,6 м. Урановая минерализация представлена скоплениями или гнёздами браннерита нескольких генераций, находящимися среди тонкозернистого апатита, частично, коффинитом (рис.6). Размеры выделений браннерита не превышают нескольких долей миллиметра [Царук и др., 2009; Самгин-Должанский и др., 2009].

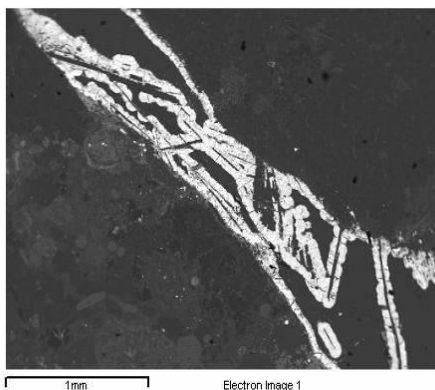


Рис. 5. Почковидно-колломорфные выделения настурана (белое) в кальцит-настурановой прожилке. Фото в отраженных электронах (микрозонд) Уч-к Безымянный. Обр. С-88-3.

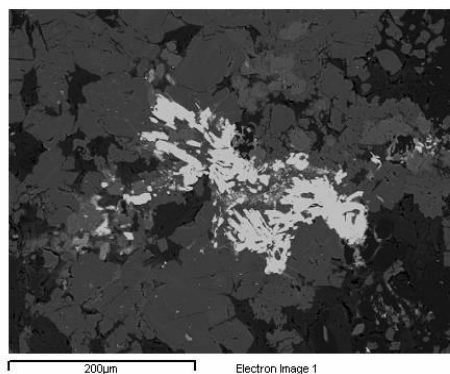


Рис. 6. Гнёзда и вкрапленность браннерита (светло-серое), сфен и рутил (черное) среди скоплений апатита (темно-серое). Фото в отраженных электронах (микрозонд) . Уч-к Безымянный. Обр. С-88-11.

Прожилковая рудная минерализация *рудоявления Столбное* приурочена к крутопадающим тектоническим швам, участкам дробления, брекчирования и катаклаза. Основной гипогенный минерал в жилообразных рудных зонах – настуран, который вместе с сульфидами часто присутствует в кварцевых прожилках и в цементе брекчий в участках изменения вулканитов и песчаников. Коффинит имеет резко подчинённое значение. *Рудоявление Грозное* отличается тем, что в калишпатизированных трахидацитах отмечается тонковкрапленный браннерит [Коноплёв и др., 2009-2011].

В *Миньской тектонической зоне* урановое оруденение, в большей степени, носит стратиформный характер и приурочено к зонам деформаций и тектонического расщепления внутри горизонтов вулканитов хибеленской свиты, а также к контактам между литологическими разностями пород (рис. 7). Примерами проявления ураноносных зон такой морфологии служат *участок Домугдинский, Дорожный* (рудоявления Водораздельное, Озёрное, Василёк, Мотылёк и др.) и *участок Парусный* (с проявлениями Алый Парус и Аномальное). Форма рудных зон, расположенных согласно или субсогласно напластованию пород, линзовидная и пластообразная. На *рудоявлении Озёрное* рудные зоны имеют форму пологопадающих на восток с углами 10-15° линзовидных тел, мощностью от 1 м до 5,85 м, и приурочены, в основном, к прослоям туфов и песчаников. Урановая минерализация образует мелкую и тонкую вкрапленность, гнёзда, реже прожилки в альбитизированных вулканических и вулканогенно-осадочных породах. Текстура гипогенной урановой минерализации – вкрапленная,

и представлена браннеритом, настураном или уранинитом, коффинитом, урансодержащим гель-цирконом. В рудных интервалах керна, например, на *рудопроявлении Мотылёк*, (с содержаниями урана 0,06-0,30% – данные РСА, ВИМС) урановые минералы двух генераций (уранинит, коффинит, уранотитанаты и оксиды урана) образуют вкрапленные текстуры в постальбитовых швах катаклаза и зонах трещиноватости в ассоциации с хлоритом, гематитом и тонкоагрегатными оксидами титана (рис. 8) [Тюленева, Курбатов, Самгин-Должанский, 2010].

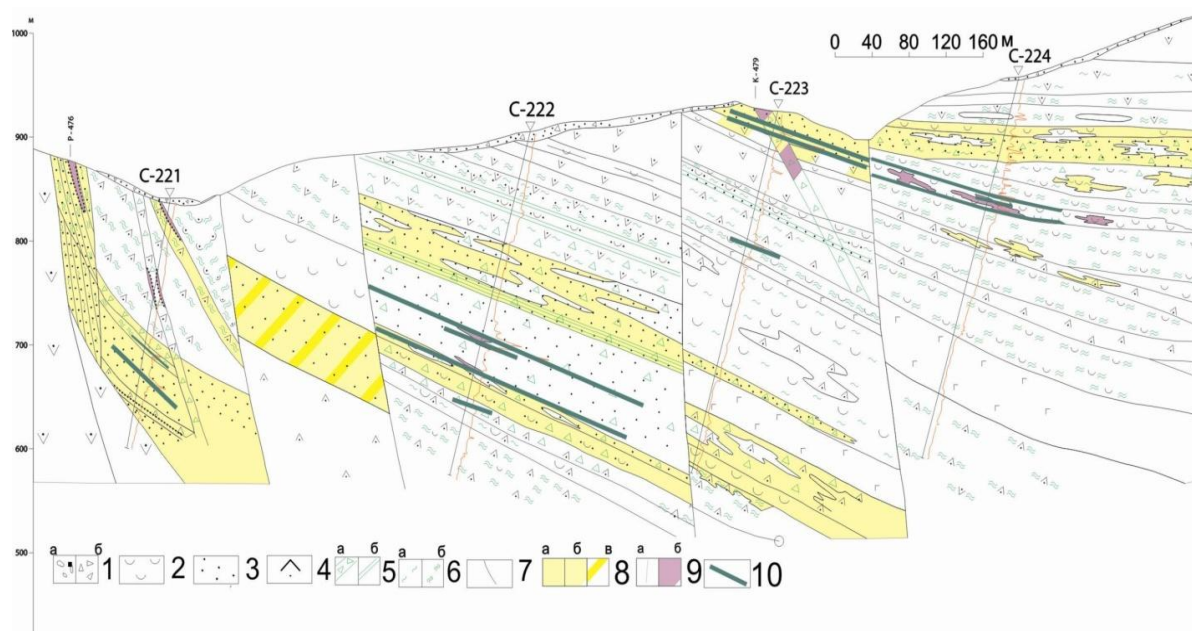


Рис. 7. Схематический разрез уч. Дорожный (рудопроявление Озёрное). 1-аллювиальные (а), делювиальные (б); 2-туфы алевро-псаммитовые, кристаллокластические туфопесчанники; 4-трахидацитовые порфиры, 5-тектонические зоны: дробления, брекчирования (а); милонитизации (б), рассланцевания (б); 7-разломы границы тектонических блоков, 8-зоны развития натровых метасоматитов с содержанием Na_2O : а) более 8.0 – 11.5% б) 6.0 – 8.0% в) предполагаемые; 9-изменения гематитовые, гематит-хлоритовые; 10- линзовидные и пластообразные рудные зоны (схематично). Составили: А.В.Курбатов, И.С.Самгин-Должанский. 2009 г.

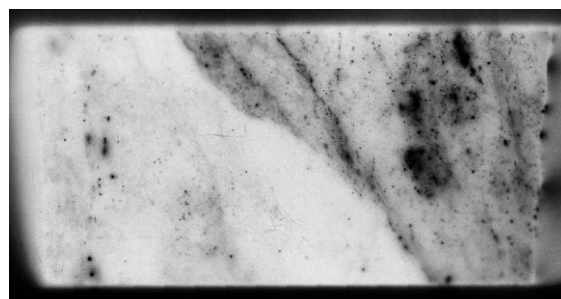


Рис. 8. Гнездово-вкрапленная текстура распределения браннерита в вулканитах. Участок Дорожный (рудопроявление Мотылёк). Скважина 236, интервал (75,15 м-76,15 м). Материал автора. а) Фото образца. Размер 3,5 x 8,0 см. б). Радиография. Экспозиция 21 сутки. Стустки и точечная вкрапленность браннерита – черные пятна на радиографии.

Урановое оруденение на участке *Парусный* выявлено, главным образом, на верхних, близповерхностных уровнях осадочно-вулканогенной толщи, где наиболее интенсивно проявлены окolorудные метасоматические изменения – альбититы, образующие пологозалегающие мелкие линзовидные тела, реже более протяженные зоны, длиной до 2,5 км и мощностью первые десятки метров. На бóльших глубинах прослеживаются лишь небольшие повышения радиоактивности, связанные с неравномерным развитием некондиционного оруденения. Урановое оруденение приурочено к локальным участкам катаклаза и микробрекчирования, наложенным на альбититы, и сопровождается хлоритизацией, карбонатизацией и дисперсной гематитизацией.

Урановая минерализация выражена браннеритом, уранинитом и, реже, настураном и коффинитом, образует тонко-вкрапленные, гнездово-вкрапленные, прожилковидные и сетчато-микропрожилковые текстуры (рис.9). Возраст всех рудных ассоциаций, определённый по изотопам урана и свинца, колеблется в интервалах 1150-550 млн. лет [Леденёва, Курбатов, 2011].

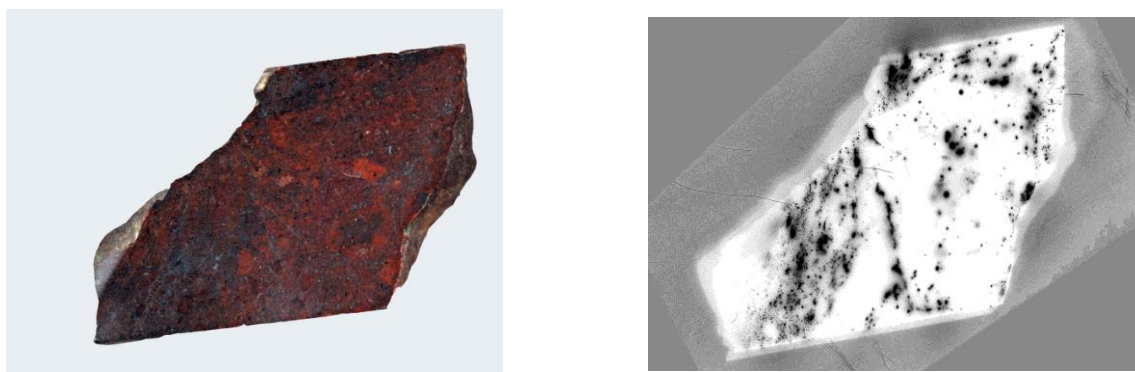


Рис. 9. Вкрапленная, тонко-вкрапленная существенно браннеритовая минерализация, приуроченная к швам катаклаза в альбитите. Участок Парусный. Обр. 120-5. а) Фото образца; б) радиография, экспозиция 10 суток.

Третье защищаемое положение *Щелочные метасоматиты слагают, разобщенные в пространстве, ореолы двух типов щелочности – натриевой, эйситоподобной (в зоне Миньского разлома) и калиевой, ортоклазитовой (в зоне Западно-Ахитканского разлома). С эйситоподобными метасоматитами связано вкрапленное уранотитанатовое и оксидноурановое оруденение, а с ортоклазитами – фосфорно-урановое оруденение с апатитом и браннеритом, а также прожилковая кварц-карбонат-настурановая минерализация.*

Материалы по данному положению изложены в 4-ой главе диссертации и проиллюстрированы рисунками, фотографиями, таблицами и диаграммами.

На каждом из изученных участков и рудопроявлений развиты метасоматиты предпочтительно одного типа: калиевой специализации – на западе района, в Западно-Акитканской зоне; на большей части рудопроявлений восточной полосы, тяготеющим к Миньской зоне, оруденение контролируется натриевыми метасоматитами – эйситоподобными альбититами.

В западных частях Акитканской структуры (участок Безымянный и другие рудопроявления) в эффузивах и песчаниках, в виде наложенных зон, проявлены околорудные гидротермально-метасоматические изменения, представленные калишпатитами (ортоклазитами) темно-розовой и кирпичной окраски (рис.10).



Рис. 10. Зоны калишпатизации (розовое) в вулканитах (серое) хибеленской свиты. Уч-к Безымянные, зона «Западная», скв. № 98, инт..322-331,2 м. Материалы автора, 2009.

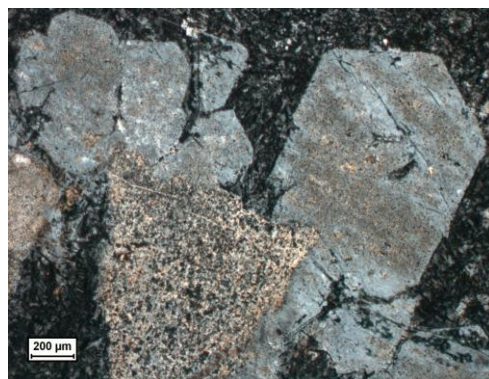
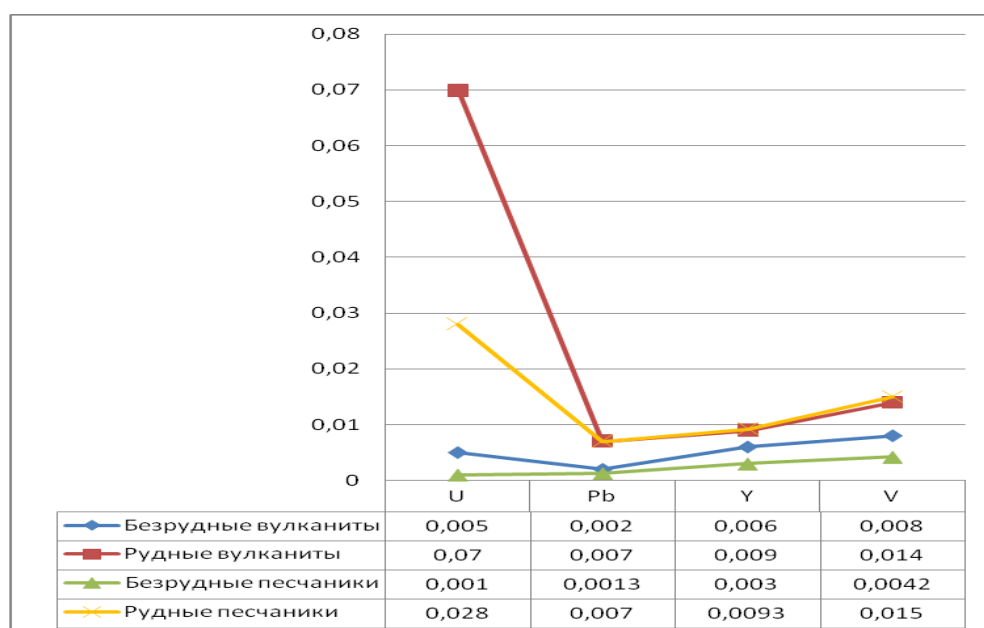


Рис. 11. Выделение фенокристаллов серицитизированного плагиоклаза и ортоклаза в измененных вулканитах. Фото шлифа. Проходящий свет, с анализатором. Участок Безымянный.

Неизменённые (исходные) вулканиты участка *Безымянный* содержат в среднем 6,5-8,5% суммы щелочей (с явным преобладанием калия). В метасоматических ореолах большой мощности интенсивность калишпатизации нарастает постепенно. Переход из неизменных пород в измененные на 60% и более осуществляется на расстоянии в первые метры. Новообразованный калишпат представлен нерешетчатой разностью ортоклаза и отличается от исходного интенсивной гематитизацией, которая проявляется локально и с разной интенсивностью (рис.11) [Самгин-Должанский, Иванов, Леденева, 2009]. Количество калия в породах определяется метасоматическим калишпатом. При этом, в рудных вулканитах среднее содержание K_2O – 8,18%, в безрудных – 5,60%. Концентрации урана в неизменённых вулканитах составляют в среднем 0,0013%. Безрудные

калишпатизированные породы характеризуются аномально высокими концентрациями урана от 0,0008 до 0,008%, в среднем 0,0027%. В рудных пробах среднее содержание урана составляет 0,07%, в отдельных пробах – более 0,20%. При сопоставлении средних значений элементов в пробах с содержанием $U < 0,01\%$ (безрудные разности) со средними значениями в пробах с содержанием $U > 0,01\%$ (рудные разности) выявлен ряд элементов, характеризующий геохимический спектр, который соответствует минеральному составу рудных образований в вулканитах и песчаниках (рис. 12).



Примечание: средние содержания элементов U, Pb, Y и V даны в %.

Рис. 12. Средние содержания U, Pb, Y и V отношения в рудных и безрудных вулканитах и песчаниках участка Безымянный (выборка, 147 проб, данные PCA, ВИС)

Рудные вулканиты характеризуются калиевым типом щелочности и имеют очень сходную с безрудными специализацию, но, безусловно, с некоторыми количественными вариациями. В них, кроме урана, существенно преобладают K, Mg, F, P, Y, Pb, V, причём в участках апатитизации содержание P_2O_5 увеличивается почти в 10 раз. В песчаниках, как и в вулканических породах, гидротермально-метасоматическая минерализация проявлена неравномерно. Наиболее интенсивная калишпатизация отмечается в участках микрокатаклаза и микробрекчирования песчаников. В них содержание K_2O достигает 13-16%, а в участках апатитизации, содержание P_2O_5 достигает 16,4%, CaO – 20%. В богатых рудой разностях, содержащих U – до 0,28%, отмечается повышенные содержания F, P, Pb, Y, , также уран коррелирует со Sr и V

(рис. 12). Данный тип оруденения по многим вещественным минералогическим и геохимическим признакам является фосфорно-урановым (с Y и Th) в щелочных метасоматитах (ортоклазитах) [Коноплев, Леденёва, 2009].

Основные рудовмещающими породами участков и рудопроявлений *Миньской зоны* (участки Дорожный и Парусный) составляют альбититы, имеющие развитие в вулканитах, туфах, туфопесчаниках и песчаниках хибеленской свиты (рис. 14). На участке *Дорожный* наиболее интенсивное развитие зон альбитизации имеет литологическую приуроченность к пластам туфов и туфопесчаников (рис.7). Этот процесс хорошо фиксируется по появлению розовой окраски, связанной с тонкодисперсной гематитизацией альбита (рис. 13). Содержание Na_2O в альбититах, как правило, превышает 8,0% и достигают 11,5% (рис 15).



Рис. 13. Зоны альбитизации (светло-розовое) в порфировых эффузивах хибеленской свиты. Рудопроявление Мотылёк, скв. 226. Материалы автора, 2010 г.

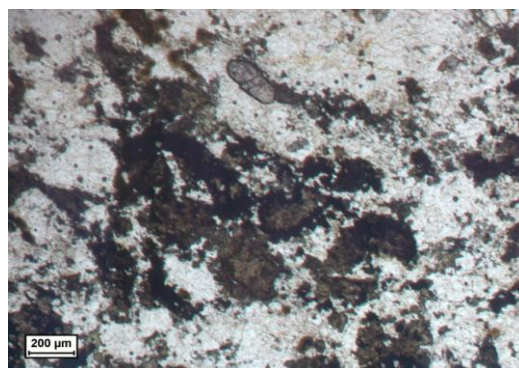


Рис. 14. Вкрапленная рудная минерализация в альбитизированном песчанике. Проход. свет, // николи. Рудопроявление Озёрное. Микрофото. Шлиф 08203.

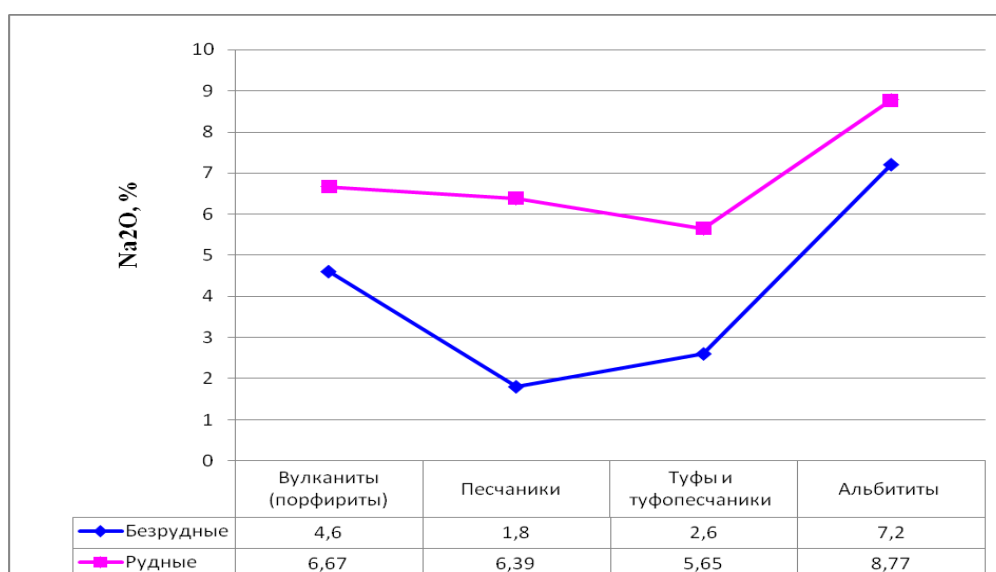


Рис. 15. Среднее содержание Na_2O в рудных и безрудных породах и альбититах участка Дорожный (322 пробы, по данным РСА, ВИМС)

В богатых рудах с содержанием $U > 0,3\%$ выявлены наиболее высокие концентрации Pb. Особенно контрастно эта зависимость отмечается в рудах, где концентрации U составляют $> 1\%$, а Pb достигает $0,1\%$, что на порядок выше, чем в рядовых и бедных и на два порядка, чем в убогих рудах. В наиболее контрастных и богатых ($> 1\%U$) рудах выявлены высокие содержания Fe_2O_3 до 13% , TiO_2 до 3% , Zr, Nb и редкоземельных элементов (La, Ce, Nd, Y), которые на порядок выше, чем в рядовых и забалансовых (рис.16). Содержания Na_2O , в целом, в бедных, рядовых и богатых рудах выше, чем в зонах с убогими концентрациями урана. Характерна обратная корреляция между содержаниями в рудах SiO_2 и U. В наиболее богатых рудах ($U > 1\%$) концентрации SiO_2 понижаются до 46% , в то время как в бедных классах (в аналогичных породах) содержания этого компонента достигает 79% . Установлено, что концентрации U сопровождаются повышенными содержаниями Pb, Fe, Ti, Zr, Nb, редкоземельных элементов. Концентрации Th достаточно низкие и обычно составляют тысячные доли %, хотя в наиболее богатом оруденении они иногда увеличиваются на порядок [Тюленева и др., 2010].

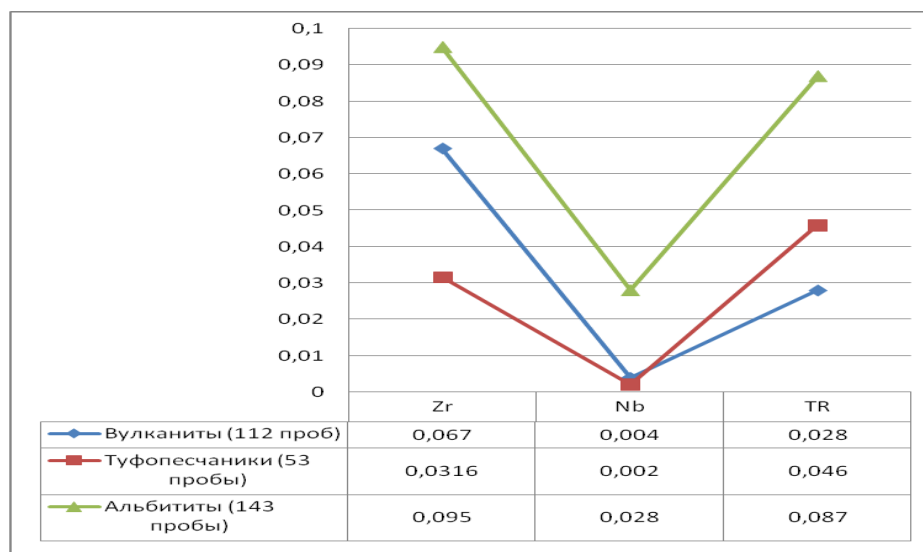


Рис. 16 Средние содержания циркония, ниобия и редкоземельных элементов в вулканитах, туфопесчаниках и альбититах участка Дорожный (по данным РСА, ВИМС)

Наибольшая ураноносность участка *Парусный* отмечена в зонах площадной альбитизации, которые носят субпластовый характер развития, в тектонизированных порфирах андезитового состава, реже в дацитах, часто приурочены к контактам пород внутри толщи. Это позволяет предположить, что благоприятными для развития предрудного процесса были ослабленные зоны, образовавшиеся в результате

внутриформационных срывов. Зоны гидротермально-метасоматических изменений пород увязываются в ореолы, протягивающиеся в субмеридиональном направлении до 1,5 – 1,6 километров. В разрезе они представляют собой пологопадающие ($10-20^0$) структуры. Визуально, – эти образования имеют тёмно-розовые и темно-бордовые оттенки, которые обусловлены наличием в них тонкодисперсного гематита. В вулканитах происходит замещение основной массы породы мелко-тонкозернистым агрегатом альбита (рис. 17 и 18). При интенсивном развитии эпигенетических изменений породы практически утрачивают свой первичный облик и представляют собой альбититы с содержанием Na_2O 8,0 – 12,0%. Переходы вмещающих пород в альбититы постепенные. В разрезе толщи альбититы, оконтуренные по содержанию Na_2O от 6%, образуют многометровые пологозалегающие ореолы. Внутри ореолов встречаются участки и линзы слабоизмененных и неизмененных пород. В альбититах, помимо альбита, неравномерно развивается хлорит, кварц, карбонат, реже – эпидот, актинолит и апатит. По составу метасоматиты участка Парусный, также как и рудопоявления участка Дорожный, являются эйситоподобными средне-низкотемпературными альбититами. В них с рудными концентрациями урана (по сравнению с безрудными и слабооруденелыми) происходит накопление Pb, F, Cu, Y, Sr, и фосфора, обусловленное повышенным содержанием в рудных метасоматитах минерализации, богатой этими компонентами. В рудах с содержаниями урана 0,01-0,59% U также увеличиваются содержания Se, Pb, Ba, Cu, S, Y. Альбитизация сопровождается выносом кремния и увеличением концентрации Na_2O . С альбититами связано вкрапленное уранотитанатовое и оксидноурановое оруденение. Минерально-геохимический тип оруденения Миньской зоны можно определить, как урановый, практически безсульфидный.

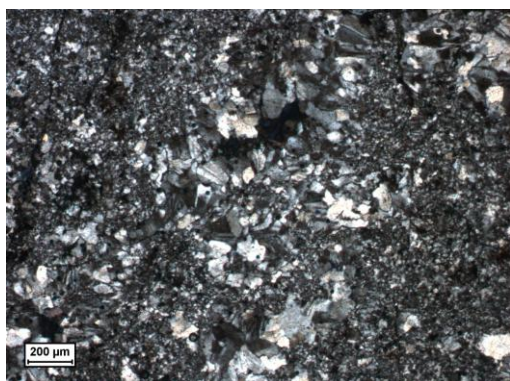


Рис. 17. Тонкозернистый альбитит (по вулканиту). Фото шлифа, проходящий свет, с анализатором, ув. $16\times$. Участок Парусный.

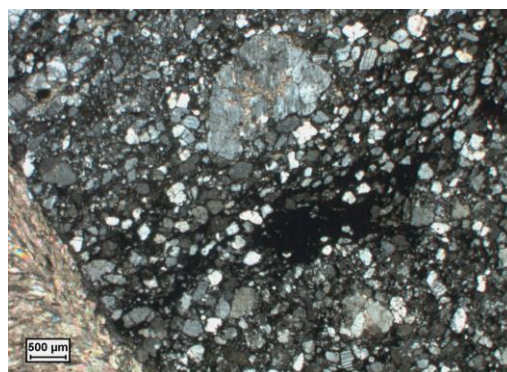


Рис. 18. Альбитизированный туфопесчаник с вкрапленной урановой минерализацией (черное). Проход. свет, с анализат., ув. $16\times$. Участок Парусный. Шлиф СП-120-4.

Несмотря на пространственную разобщенность метасоматитов разного типа щелочности, набор типоморфных элементов, описывающих особенности процесса натриевого метасоматоза в восточной зоне, во многом идентичен спектру элементов в зонах калишпатизации, проявленных в западной зоне района (рис. 19). Оба типа метасоматитов характеризуются отрицательной аномалией стронция и явной корреляцией урана со свинцом, иттрием, ванадием, селеном и торием. Однако, оценка общего (суммарного) количества средних содержаний главных рудоопределяющих элементов позволяет говорить о большей насыщенности этими компонентами западных районов Ачитканской структуры, примыкающих к Сибирской платформе.

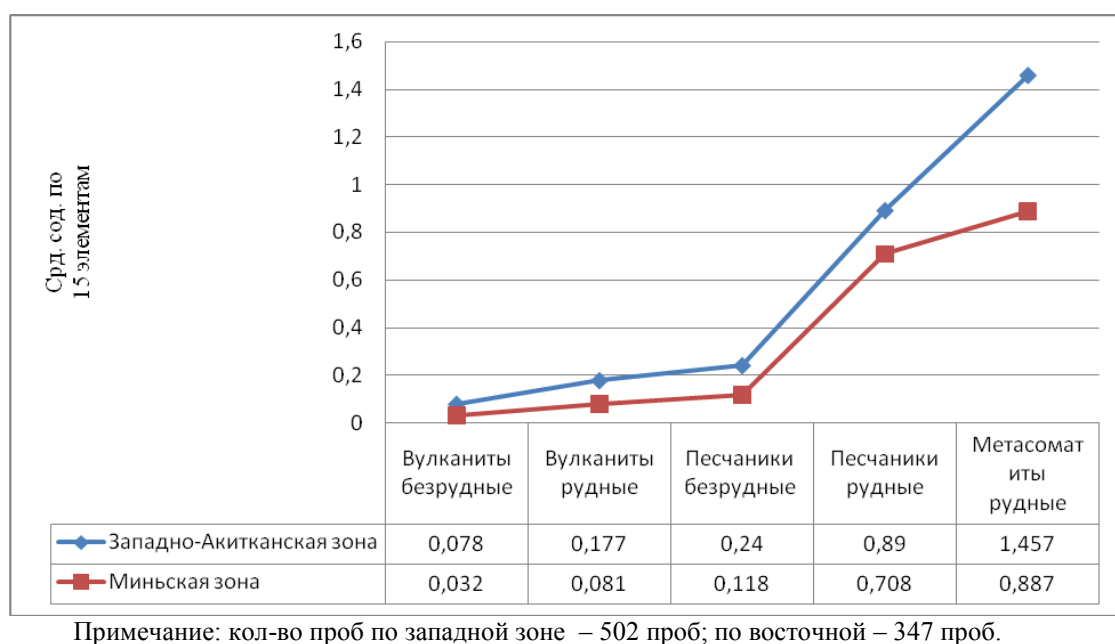


Рис. 19. Суммарное содержание урана и редких элементов в рудных и безрудных породах и метасоматитах Западно-Ачитканской и Миньской зонах (15 элементов – U, V, Y, Zr, Hf, Nb, Pb, Th, Sr, Sc, Cs и TR)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе приведены результаты изучения вещественного состава урановых рудопроявлений, их геолого-структурной позиции, состава и условий залегания околорудных метасоматитов щелочного ряда, распространенных в Ачитканском потенциальном урановорудном районе. Район имеет сложное геологическое строение, обусловленное развитием докембрийских образований Ачитканского вулканоплутонического пояса, нарушенных серией разломов разного прядка. Анализ имеющихся геолого-геофизических материалов, проведенные автором детальное геологическое картирование, минералогические,

петрографические и геохимические исследования метасоматитов, прецизионное изучение вещественного состава урановых руд позволили установить следующее:

1. В Аkitканском районе урановые проявления отличаются по геологической позиции, составу руд и окolorудных метасоматитов и возрасту. Рудовмещающей является осадочно-вулканогенная толща Аkitканского вулканоплутонического комплекса, сформированная в раннем протерозое. В рифейском этапе тектономагматической активизации происходили подновление продольных субмеридианальных зон разломов, появление субширотных нарушений и дайкового комплекса основного состава, а также флюидно-гидротермальная деятельность в виде дорудных метасоматитов и последующего уранового рудообразования.

2. Общий структурный план центральной части Аkitканского пояса определяется двумя субмеридиональными тектоническими зонами глубокого заложения. На западе и северо-западе района имеет место Западно-Аkitканская зона глубинных разломов, на востоке – Миньская зона. В результате геологического картирования перспективных на уран участков и урановых рудопроявлений Аkitканского района установлена их локализация в узлах пересечения упомянутых субмеридиональных зон с рифейскими взбросами и сдвигами субширотного простирания.

3. Уранового оруденение, включая слепое и слабопроявленное, локализовано в жиллообразных крутопадающих зонах, либо – в линзовидных и пластообразных субсогласных тектонических зонах проницаемости. В калишпатитовых метасоматитах распространены оба морфологических типа, в натриевых метасоматитах предпочтительно – тела линзовидной формы.

4. Натриевые метасоматиты зоны Миньского разлома включают вкрапленное уранотитанатовое и оксидноурановое оруденение, аналогичное известным урановорудным альбититам Кокчетавского массива в Казахстане (эйситам). Тогда как в зоне Западно-Аkitканского разлома метасоматиты калиевой специализации содержат фосфорно-урановое оруденение с апатитом и браннеритом. Кроме того, эта зона отличается повышенными содержаниями не только урана, но и большинства редких и редкоземельных элементов.

5. Совокупность проявленных структурно-тектонических, литолого-петрографических и минералого-геохимических критериев и признаков,

установленных автором для уранового оруденения в центральной части АПУРР, свидетельствует о высоких перспективах данного региона на обнаружение слепых и слабопроявленных месторождений урана.

Публикации автора по теме диссертации

1. **Самгин-Должанский И.С.** Иванов А.А., Леденёва Н.В. Особенности локализации уранового оруденения на рудопроявлении Безымянное (Акитканский потенциальный урановорудный район, Сев. Прибайкалье). //Геология, поиски и комплексная оценка твердых полезных ископаемых: тезисы докладов. II научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов.- М.: ФГУП «ВИМС», 2009.

2. **Самгин-Должанский И.С.** Психология профессиональной геологической деятельности. //Новые идеи в науках о Земле: доклады IX международной конференции. – М.: РГГРУ, 2009, с.236

3. **Самгин-Должанский И.С.** Опрокинутое залегание песчаников чайской свиты в северной части Акитканского ПУРР (Сев.Прибайкалье). //Новые идеи в науках о Земле: доклады X международной конференции. – М.: РГГРУ, 2011. – Т.1.

4. **Самгин-Должанский И.С.,** Леденёва Н.В. Особенности локализации уранового оруденения в центральной части Акитканского ПУРР (Сев. Прибайкалье). //Комплексное изучение и оценка месторождений твердых полезных ископаемых: тезисы докладов. III научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов. – М.: ФГУП «ВИМС», 2011, с.93

5. Тюленева В.М, Курбатов А.В, **Самгин-Должанский И.С.** Минеральные ассоциации, вещественный состав, этапы формирования уранового оруденения на участке Дорожный Акитканского района. //Материалы по геологии м-ий урана, редких и редкоземельных металлов. – М.: ФГУП «ВИМС», Вып. 155, 2010.- С.175-190.

Статьи в реферируемых журналах ВАК:

6. **Самгин-Должанский И.С.** Особенности локализации и морфологические типы уранового оруденения в структурах Акитканского потенциального урановорудного района (Северное Прибайкалье).// Научно-технический и производственный Горный журнал Казахстана. - Алматы: 2012 г. № 3.с.40

7. **Самгин-Должанский И.С.** Структурно-морфологические типы ураноносных зон и сопровождающие их околорудные метасоматиты (Акитканский потенциальный урановорудный район). // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №3 (Электронный журнал) URL: www.science-education.ru.