

*На правах рукописи*



**ЛОСКУТОВ Евгений Евгеньевич**

**ИСТОРИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЗОЛОТО-УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ЭЛЬКОНСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

**Диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук**

Москва 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (ФГАОУ ВПО СВФУ) и Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (ФГБОУ ВО РГГРУ)

**Научный руководитель:** доктор геолого-минералогических наук, профессор  
**Жижин Владимир Иванович**

**Официальные оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник  
ФГБУ «ВИМС»  
**Мигута Анатолий Константинович**

кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник  
ИГЕМ РАН  
**Алешин Алексей Петрович**

**Ведущая организация:** Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (ИГАБМ СО РАН)

Защита диссертации состоится «20» октября 2016 г. в 13:00 ч. в аудитории 4-73 на заседании диссертационного совета Д 212.121.04 при Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ).

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, МГРИ-РГГРУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГРИ-РГГРУ.  
Автореферат разослан

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат геолого-минералогических наук

Бобков А.И.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Постоянно растущий в современном мире спрос на благородные металлы и энергетические ресурсы предполагает увеличение добычи золота и урана. Это определяет необходимость изучения коренных источников благородных и радиоактивных металлов с точки зрения целенаправленного открытия новых объектов. Важным при организации поисковых работ является понимание генезиса рудных тел, что способствует уточнению геологических причин местоположения руд. В настоящее время на Сибирской платформе наиболее детально исследованы месторождения Эльконского рудного узла, расположенного в северной части Алдано-Станового щита. Золотоурановые руды Эльконской группы месторождений составляют 57% от разведанных общероссийских запасов урана, это один из крупнейших рудных районов мира. Уточнение генетических условий образования руд способствует дополнению поисковых критериев формирования комплексного золотоуранового оруденения. Эльконский рудный узел, как известно, расположен в пределах выступа древнего складчатого фундамента, на котором последовательно происходили многочисленные этапы активизации тектономагматических процессов. Понимание причин генезиса руд связано с условиями формирования их вещественного состава. Следовательно, определение первичных источников химических элементов, слагающих рудные минералы, позволит на основе научных данных прогнозировать аналогичные месторождения в других участках докембрийского фундамента вдоль северного обрамления Алданского щита.

**Цель работы** – уточнение геолого-генетических условий формирования золото-урановых руд и обоснование поисковых критериев их обнаружения в пределах Сибирского кратона (на примере Эльконского рудного узла).

### **Задачи исследования:**

1. Детализировать данные о геолого-тектоническом строении Эльконского рудного узла.
2. Определить источники поступления в гидротермально-метасоматические тела рудных элементов (U, Au, Ti, Fe).
3. Установить причины, периоды и условия поступления Au и U в растворы, сформировавшие метасоматические рудоносные зоны.
4. Уточнить поисковые критерии Au-U месторождений в пределах северного обрамления Алдано-Станового щита.

**Фактический материал и личный вклад автора.** В основе диссертации содержатся данные, полученные в процессе проведения анализа фондовых и опубликованных геологических материалов, а также личные полевые наблюдения и фактические сведения, собранные и обработанные автором в процессе исследований на объекте.

Собственные исследования (2009-2014 гг.) включают изучение разрезов толщ по керну скважин, образцов пород из рудных зон, лабораторных исследований проб, отобранных на разных месторождениях Эльконского рудного узла. Большая часть полевых исследований проводилась в пределах месторождений зоны Южной. Образцы и пробы подвергались специализированным видам анализов, которые способствовали решению поставленной цели. Кроме собственных материалов обрабатывались ретроспективные данные по геологии, геофизике, геохимии по результатам проведенных на объекте исследований разведочных, поисковых и оценочных работ. Анализировалась информация, полученная из производственных отчетов Приленской экспедиции, Алдангеологии, ФГУП ВСЕГЕИ, ФГУП ВИМС, МГРИ-РГРУ.

Фактический материал представлен:

- документацией керна контрольно-стволовых и разведочных скважин, пробуренных в пределах зоны Южной (общая протяженность изученного керна ~20 тыс. п.м.);

- результатами спектрального полуколичественного анализа по пробам, отобранным по вторичным ореолам рассеяния в пределах второй по размерам рудоносной зоны Сохсолоохской (количество проб 274 на 33 химических элемента);

- данными о статистической обработке результатов спектрального анализа по вмещающим породам восточной части Эльконского рудного узла (прим. 1532 образца на 33 химических элемента).

- результатами химических анализов (286 образцов) на петрогенные окислы атомно-абсорбционным методом;

- результатами химических анализов (68 образцов) на микроэлементы (45 элементов);

Весь фактический материал проанализирован и целенаправленно подготовлен для демонстрации в виде рисунков, графиков, таблиц и карт с использованием специализированного программного обеспечения (ArcGIS 9.3, Microsoft Office 2007, SPSS 17.0, Surfer 8.0, PetroExplorer 2.4, CorelDraw, Koskad 3D).

**Научная новизна.** Рассмотрен комплекс длительно проявленных геодинамических процессов от раннего архея до неотектонических движений, сказавшихся на формировании современной структуры рудных зон. На основе геохимической специализации обоснованы выводы о гидротермально-метасоматическом переносе главных рудных элементов из первичных породных магматических комплексов. Рассмотрены временные интервалы формирования рудоносных метасоматитов. На основе детального геолого-геофизического анализа обосновано участие пород архейского базит-ультрабазитового медведевского комплекса и раннепротерозойского гранитно-

го каменковского комплекса в формировании состава золото-урановых руд Эльконского типа.

Выполнен комплексный анализ составленных автором тематических (геохимических, геофизических, геологических, геодинамических) карт, разрезов и планов с применением ГИС технологий для определения закономерностей местоположения рудных объектов.

**Практическая значимость.** Дополнение поисковых критериев обнаружения гидротермально-метасоматических золото-урановых месторождений, связанных с гидротермальной деятельностью и щелочным мезозойским магматизмом. Это позволит наметить новые перспективные участки для поисков аналогичных рудоносных объектов на всем северном обрамлении Алданского щита.

**Апробация работы.** Результаты исследования представлены на Аспирантских чтениях Северо-Восточного Федерального Университета в 2010 и 2012 г.г., Всероссийской научной конференции «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-востока России» в 2012 г., Ломоносовских чтениях 2013. Хи XI Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» в 2011 и 2013 г.г., Всероссийской конференции посвященной 150-летию академика Ф.Ю. Левинсона-Лессинга и 100-летию профессора Г.М. Саранчиной «Современные проблемы магматизма и метаморфизма» 2012 г., Второй научной школы молодежи «Новое в познании процессов рудообразования» ИГЕМ РАН – 2012 г., Всероссийской конференции научной молодежи ЭРЭЛ – 2011, 2012 и 2013. Основные выводы диссертации опубликованы в рецензируемых журналах (Наука и образование №1 2013 г. и №4 2014 г.)

**Публикации.** Результаты исследований по теме диссертации отражены в 10 печатных работах, в том числе 2 статьи – в журналах, входящих в перечень реферируемых ВАК изданий.

**Объемы и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, включающего 96 наименований. В главах раскрыто обоснование сформулированных защищаемых положений. Объем работы 142 страницы, содержит 44 рисунка и 12 таблиц.

Введение содержит информацию об актуальности, цели, задачах, предмете и объекте исследования. Задачи направлены на достижение цели. Показаны научная новизна выполненной работы, практическая значимость и личный вклад автора, приведена информация по апробации разделов работы.

В ГЛАВЕ 1 изложены общие сведения об этапах изучения и эволюции геологических процессов формирования рудоносных объектов в пределах территории Эльконского горста. Доказывается его блоковое строение.

Во 2-й ГЛАВЕ приведена петрохимическая и геохимическая характеристика разновозрастных магматических комплексов и их участие в процессах образования комплексных золото-урановых месторождений. Выделены два главных

источника химических элементов для формирования состава рудных минералов: архейские ультрабазит-базитовые породы медведевского комплекса для золота и раннепротерозойские лейкогранитные тела каменковского комплекса для урана в браннерите. Мезозойский щелочной этап магматической активизации представлен как фактор перераспределения химических элементов из вмещающих пород в гидротермально-метасоматические жильные зоны.

В ГЛАВЕ 3 выполнен комплексный анализ геологического строения, зон и характера распределения геофизических полей (магнитного, гравитационного и радиационного). Обоснованы новые среднемасштабные поисковые критерии золото-урановых месторождений Эльконского типа.

Заключение содержит основные выводы по проведенным исследованиям.

**Благодарности:** Диссертационная работа выполнена на кафедре региональной геологии и геоинформатики Северо-Восточного федерального университета под научным руководством д.г.-м.н., профессора В.И. Жижина, оказавшего автору неоценимую научную и практическую помощь, поддержку и критические замечания. Автор с благодарностью вспоминает помощь в организации первого полевого сезона в составе Эльконского геолого-поискового отряда (ЭГПО) главного геолога ГУГПП «Якутскгеология» А.А. Узункояна, генерального директора А.Н. Колтина, начальника ЭГПО А.А. Панкова. За совместные полевые работы, помощь и многочисленные консультации при написании диссертации, автор выражает благодарность профессору кафедры РМПИ ГРФ РГГРУ Г.Н. Пилипенко и д.г.-м.н., профессору, декану ГРФ РГГРУ А.А. Верчебе. В работе над диссертацией затруднительно было бы обойтись без творческой поддержки и многочисленных советов сотрудников кафедры региональной геологии и геоинформатики к.г.-м.н., доцента С.С. Рожина, доцента В.Р. Филиппова и к.г.-м.н., доцента Н.А. Пуляева, а также постоянной организационной помощи и моральной поддержки к.г.-м.н., доцента, зав. каф. М.Ф. Третьякова. Отдельное спасибо коллегам кафедры поисков и разведки месторождений полезных ископаемых ГРФ СВФУ к.г.-м.н., доц. Л.И. Полуфунтиковой, доц. Н.Н.Иванову.

## ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

**Первое защищаемое положение.** *В пределах Эльконского рудного узла выделено пять структурно-вещественных блоков: северо-западный, эльконский, минеевский, агдинский и федоровский, которые различаются особенностями геологического строения, металлогенической специализацией и сопутствующими минералами в гидротермально-метасоматических рудных зонах.*

Эльконский рудный район находится в северной части Алдано-Станового щита – наиболее крупного выступа древнего складчатого фундамента Сибир-

ской платформы. Площадь его занимает северную часть, в зоне сочленения Нимнырского гранулит-ортогнейсового и Учурского гранулит-зеленокаменного террейнов. Геологические структуры территории подвержены геодинамическим процессам с архейского этапа до настоящего времени и характеризуются северо-западной ориентировкой. Они вскрыты в полосе шириной до 10 км на протяжении 60 километров в междуречье Бол. Ыллымаха и Алдана.

В геологической истории Эльконского рудного узла прослежена сложная геодинамическая эволюция и по геологическому строению здесь выделено более десяти этапов тектономагматической деятельности (*Жижин В.И., Лоскутов Е.Е., 2013*).

Работами предшественников только в истории геологического развития раннего докембрия выделено более пяти тектоно-метаморфических циклов (*Дук В.Л., Милькевич Р.И., Другова Г.М., 1988*). Внутренняя структура комплексов древних щитов, подверженных процессам регионального метаморфизма, формировались в течение длительного периода времени и в своём строении комплексы пород отражают неоднократную смену тектоно-метаморфических этапов. Эти этапы обусловили развитие и наложение друг на друга разномасштабных и разноплановых деформаций, произошедших в различных геодинамических обстановках. Неоднократное наложение разнообразных геологических процессов (региональный метаморфизм, анатексис, палингенез, метасоматоз, гидротермальное воздействие) (*Лоскутов Е.Е., Пуляев Н.А., 2012*) на протяжении всей эволюции привело к тому, что первоначально слагающие эту территорию горные породы различного генезиса (осадочные, магматические, метаморфические, жильные) стали метаморфизованными.

В АРХЕЙ-РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ЭТАП наиболее ранней истории, первый тектоно-метаморфический этап эволюции территории, образовались древнейшие комплексы пород, выделенные как супракрустальные толщи верхнеалданской серии. Пространственно с ними ассоциируются наиболее ранние плагиогранитоиды. Возраст характеризуемого инфракомплекса около 3,7 млрд. лет по (*Дук В.Л., Милькевич Р.И., Другова Г.М., 1988*) и Sm-Nd модельными возрастами в интервале 3,5-3,9 млрд. лет (*Ковач В.П., Котов А.Б. и др., 1999*).

В период второго тектоно-метаморфического цикла был образован комплекс базальтоидных тел континентального типа. В существующем разрезе они слагают федоровскую толщу (федоровская серия), возраст которой около 3 млрд. лет (*Искандерова А.Д., Неймарк Л.А., Слущкий Ю.А., 1980.*), а модельный возраст 3,1 -3,2 млрд. лет (*Ковач В.П., Котов А.Б. и др., 1999*).

Во время формирования структур третьего и четвёртого циклов в результате аккреции Центрально-Алданского супертеррейна с Учурским террейном, совершилось присоединение островодужных образований к протоконтиненту и образование фёдоровской островной дуги представленной вулканитами диффе-

ренцированной субщелочной базальт – андезит – дацит – риолитовой серии (Утробин Д.В., Шевченко В.И. и др., 2002; Молчанов А.В., 2009).

В архейский период были образованы тела медведевского плутонического комплекса, интерпретируемые как корневые части вулканических аппаратов или как комагматичные интрузии (Утробин Д.В., Шевченко В.И., 2002 г). По мнению автора, именно такие разобщённые гранитизацией тела медведевского комплекса являются реликтами древнего зеленокаменного пояса, сохранившегося лишь частично, после процессов ультраметаморфизма в позднеархейский период и гранитизации в раннепротерозойское время.

В результате раннепротерозойской тектономагматической активизации сформировался основной объём гранитоидов изучаемой территории с подчиненными им аляскитовыми гранитами каменковского плутонического комплекса. По морфологии основная часть гранитоидов представлена крупными мигматит-плутонами и мелкими параавтохтонными телами неправильной формы.

По результатам Изотопного Центра ФГУП «ВСЕГЕИ» возраст первой группы гранитоидов в результате U-Pb датировки цирконов установлен в интервале  $2271\pm 36$  -  $1924\pm 10$  млн. лет (Терехов А.В., 2012). Полученные результаты позволяют отнести их к ранней стадии формирования каменковского плутонического комплекса, возраст которых варьирует от 1900 до 2200 млн. лет (Терентьев В.М., 1999; Миронюк Е.П., 1996).

Важной особенностью раннепротерозойского периода тектономагматической активизации территории является формирование крупных долгоживущих рудоконтролирующих разрывных нарушений. Зоны разломов формировались под влиянием мощных направленных сжимающих усилий в земной коре. В таких зонах, после воздействия на первичные породы процессов динамометаморфизма, наблюдается крупная сланцеватость струйчатые текстуры, деформированные тела, дайки метадiorитов скального комплекса и будинированные кварцевые жилы, характеризующиеся отчетливой радиогеохимической специализацией (U до 21 г/т, Th до 7 г/т) (Горошко М.В., 2006; Терехов А.В., 2012).

В ПОЗДНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ – РАННЕПАЛЕОЗОЙСКИЙ ЭТАП произошло формирование магматических тел сиваглинского гипабиссального комплекса. Интрузии этого комплекса прорывают все раннепротерозойские образования рудного узла.

Венд - раннепалеозойский период геологического развития на территории Эльконского рудного узла, характеризуется платформенным режимом развития. Останцы горизонтально залегающих осадочных отложений платформенного чехла здесь сохранились лишь на водоразделах в северо-западной части. По возрасту это венд-кембрийские карбонатные толщи усть-юдомской свиты (Губкин М.П., 1964).



В период с раннего кембрия, вплоть до мезозоя, территория по-видимому, представляла область денудации, так как севернее на карбонатных отложениях кембрийского возраста со стратиграфическим несогласием залегают только юрские терригенные породы, а образования фундамента прорывают многочисленные массивы, образованные породами щелочного магматизма.

В МЕЗОЗОЙСКИЙ ЭТАП, территория всего Центрально-Алданского мега-террейна испытала воздействие интенсивных процессов тектономагматической активизации. В пределах Эльконского рудного узла щелочные породы характерного этапа проявлены в основном в северо-западной части и практически не вскрываются на юго-восточном фланге. Всего мезозойский тектономагматический этап проявился в девяти последовательных фазах (ороченский, томмотский, верхнеселигдарский, алданский, лебединский, тобукский, нижнекурахский, колтыконский и эльконский). На территории Эльконского рудного узла (ЭРУ) распространены тела всех вышеуказанных фаз внедрения, за исключением самого раннего – ороченского. С мезозойской тектономагматической активизацией связано подновление наиболее крупных древних разрывных нарушений.

В НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ЭТАП геологического развития обновилась система ранее заложенных разломов, вдоль которых произошло формирование структуры Эльконского горста. Начался новый цикл тектонической активизации с конца палеогена, в процессе деятельности которого происходили интенсивные дифференцированные «клавишные» смещения геоблоков. Горообразовательные движения совместно с процессами выветривания и эрозионного разрушения обусловили денудацию поднимаемых частей Эльконского рудного узла и накопление мощных рыхлых отложений в опускаемых участках.

В результате мезозойской и неоген-четвертичных тектономагматических активизаций на площади Эльконского рудного узла, происходит перестроение на пять (*северо-западный, эльконский, минеевский, агдинский и федоровский*) геологических блоков. Каждый из них различается геологическими, структурными, геофизическими и металлогеническими признаками (рис. 1).

В Северо-западном блоке широко проявлены все стадий мезозойского суб-щелочного магматизма, которые установлены в пределах Алданского щита. К их ореолам развития приурочены гидротермально-метасоматические образования (фениты). В западной части находятся Au-Cu-порфировые месторождения «рябиновского» типа, локализованные непосредственно в группе небольших многофазовых щелочных мезозойских интрузивов. Оруденение этого типа характеризуется метасоматическим тонко-вкрапленным и прожилково-вкрапленным тонкозернистым типом руд (*Кочетков А.Я., 2006*).

В восточной части блока локализованы золото-уранинитовые руды, распространенные внутри ореола интенсивной объемной фенитизации вмещающих

пород архейского возраста (Назаров С.А., 2010). В обеих частях блока вскрыты многочисленные тела многофазовых мезозойских щелочных массивов. Здесь проявлено 7 фаз внедрения (верхнеселигдарская, алданская, лебединская, нижнекурунахская, тобукская, колтыконская и эльконская) (рис.2).

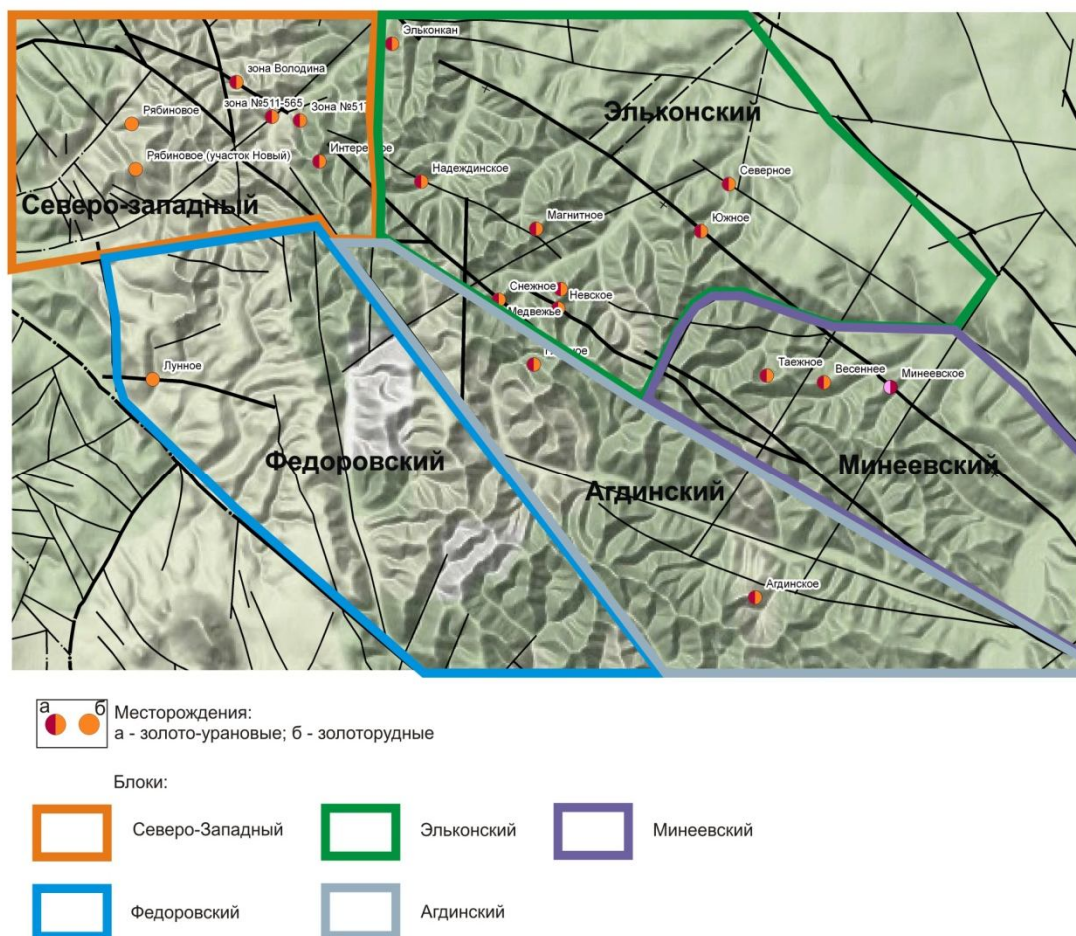


Рис.1. Блоковое строение Эльконского рудного узла.

Федоровский блок. Этому блоку присуща металлогеническая специализация с особым, федоровским типом (браннерит-Ag-Au) оруденения, отличающимся повышенными содержаниями золота и серебра (месторождения Лунное) (Дорожкина Л.А., 2000). Степень эрозионного среза федоровского блока незначительная. В центральной части геоблока присутствуют платформенные образования – венд-кембрийские известняки юдомской серии. В пределах современного эрозионного среза в федоровском блоке наиболее интенсивно развиты массивы и тела мезозойского щелочного магматизма. Здесь вскрыты 7 фаз внедрения мезозойских щелочных массивов (томмотская, верхнеселигдарская, алданская, лебединская, нижнекурунахская, колтыконская и эльконская) (рис.2). В отличие от соседнего северо-западного блока, на этой площади присутствуют геологические тела томмотской фазы внедрения и отсутствуют тобукской.

Эльконский блок – характеризуется наибольшим числом разведанных рудоносных зон с золото-браннеритовым оруденением (зоны Северная, Южная, Невская, Медвежья и т.д.). Архейско-раннепротерозойских каркас Эльконского

блока образован blastsмилолитовыми, blastsкатаклазитовыми швами, их ку-  
лисами и ветвлениями мощностью от 3-4 до 10-12 метров.

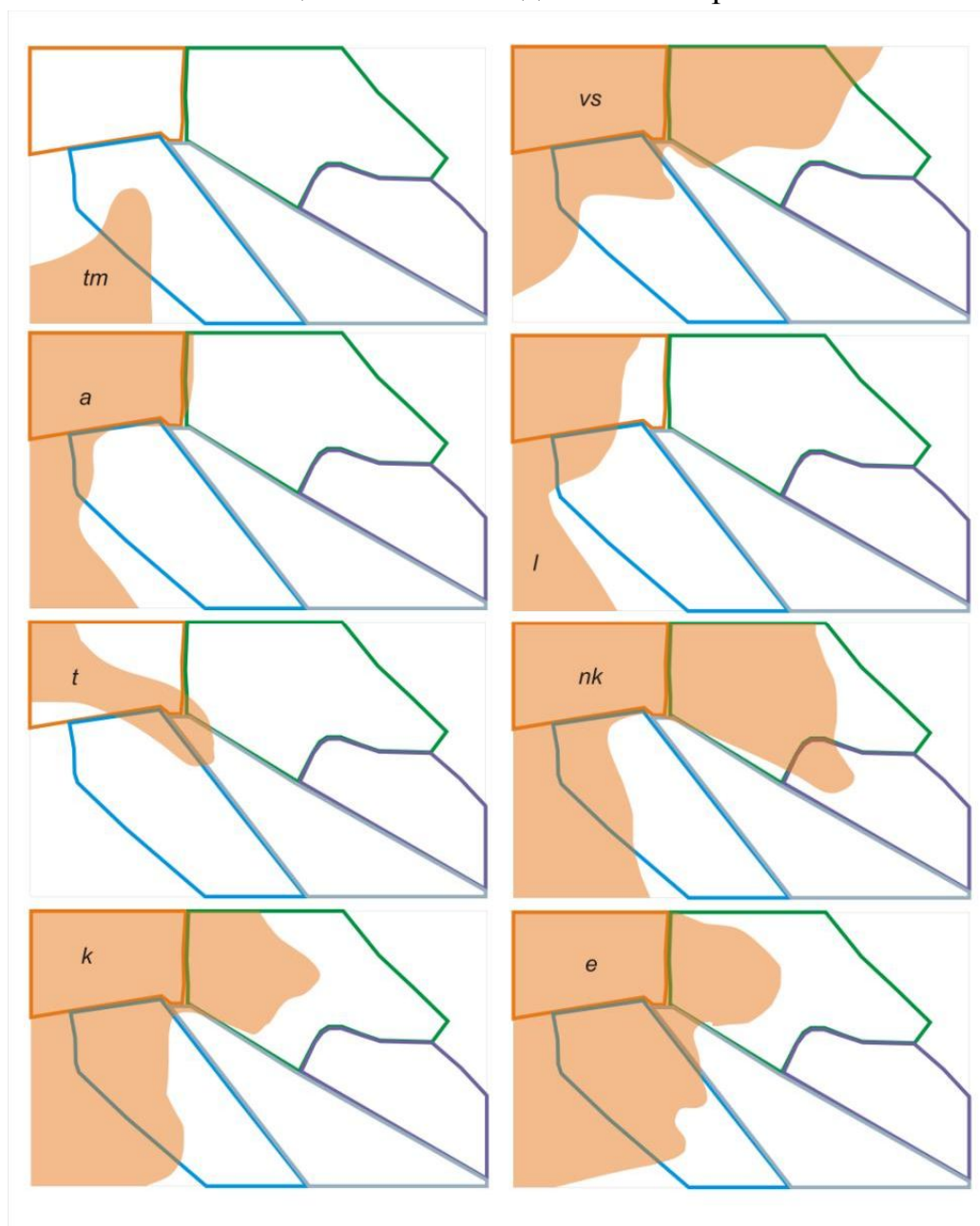


Рис.2.Распространение массивов и тел разных фаз внедрения мезозойского периода тектономагматической активизации в пределах блоков Эльконского рудного узла

Условные обозначения. Буквами показаны этапы: tm – томмотский; vs – верхнеселигдарский; а – алданский; l - лебединский; t – тобукский; nk – нижнекуранахский; k–колтыконский; e – эльконский.

В этом блоке интенсивность присутствия на существующем эрозионном срезе магматических тел мезозойского возраста уменьшается в направлении с северо-запада на юго-восток. Здесь вскрыты тела только трёх фаз щелочного мезозойского магматизма– это верхнеселигдарский, нижнекуранахский и эльконский (рис.2). Уровень глубины эрозионного среза понижается с юго-востока на северо-запад. На юго-востоке блока на поверхности вскрыты архейские по-

роды верхнеалданской серии, а в его северо-западной части на водоразделах присутствуют фрагменты платформенного чехла венд-кембрийских толщ.

Минеевский блок – рудные зоны минеевского блока отличаются повышенными содержаниями Мо (средне 0,15%), с непромышленными концентрациями Au и U (Бойцов В.Е., 2010). В пространственном отношении этот блок расположен южнее центра проявления мезозойского щелочного магматизма.

В современном эрозионном срезе здесь вскрыты мезозойские дайки нижнекуранахского комплекса, в виде отдельных линейных тел на западе (рис.2). По степени эрозионного среза, Минеевский блок является наиболее глубоко эродированным.

Агдинский блок. Он расположен между Сохсолоохским и Юкунгрским разломами. В современном эрозионном срезе здесь вскрыты мезозойские магматические тела тобукского и эльконского комплексов, но только в северо-западной части. Отсутствие на этом участке высокожелезистых реликтов метаультраабазит-базитовых тел древнего зеленокаменного пояса, и соответственно крупных рудопроявлений золота и урана, подтверждает зависимость локализации рудных минералов и их взаимосвязь с древними архейскими комплексами вмещающих пород.

*В результате детального рассмотрения структурно-вещественных комплексов, геофизических полей и металлогенической зональности автором на территории Эльконского рудного узла выделено 5 блоков с разными типами оруденения: «северо-западный» (Au-Cu + Au-уранинит), «федоровской» (U-Au-Ag), «эльконский» (Au-браннеритовый), «минеевский» (Au-U-Mo) и «агдинский» (U-Au).*

**Второе защищаемое положение.** *Комплексы первичных докембрийских магматических пород (медведевский и каменковский комплексы), расположенные среди толщ Эльконского рудного узла, содержат повышенные кларки концентраций радиоактивных элементов, титана, железа и золота. Перераспределению и концентрации, указанных компонентов в рудоносные гидротермально-метасоматические зоны, способствовали гидротермы щелочного магматизма в период всех мезозойских фаз активизации.*

В докембрийских провинциях мира месторождения золота связаны с ультраабазит-базитовыми комплексами зеленокаменных поясов (Шер, 1972). Образование золоторудных месторождений в этих толщах обычно сопровождалось неоднократными метаморфическими и метасоматическими преобразованиями вмещающих массивов пород.

О том, что территория Эльконского рудного узла включает фрагменты древнего зеленокаменного пояса, свидетельствуют такие факты, как присутствие в разрезах прослоев железистых кварцитов и насыщенных магнетитом кри-

сталлических сланцев (метабазитов), наличие гиперстеновых высокожелезистых гранитов (чарнокитов), большое количество линзовидных тел амфиболитов. Реликты зеленокаменного пояса медведевского комплекса относятся к ортопородам (Мякишев А.И., 1999) и с учетом химического состава они классифицированы как магматические горные породы. Результаты химического анализа пород медведевского плутонического комплекса нанесены на общую классификационную диаграмму для магматических горных пород. На диаграмме видно, что представленные породы комплекса, по своему химическому составу относятся к породам коматиитового состава (рис.3).

Образцы для химического исследования пород медведевского комплекса отбирались при описании стволовых и разведочных скважин. Всего было произведено 50 анализов на силикатный состав и 68 анализов на определение микроэлементов методом атомно-эмиссионной спектрометрии.

По минеральному составу все проанализированные породы медведевского комплекса были разделены на амфиболиты и эпидотизированные амфиболиты. Последние отобраны непосредственно из околорудных интервалов. Результаты определения содержания редкоземельных элементов представлены в таблицах 1,2,3 и на рис. 4.

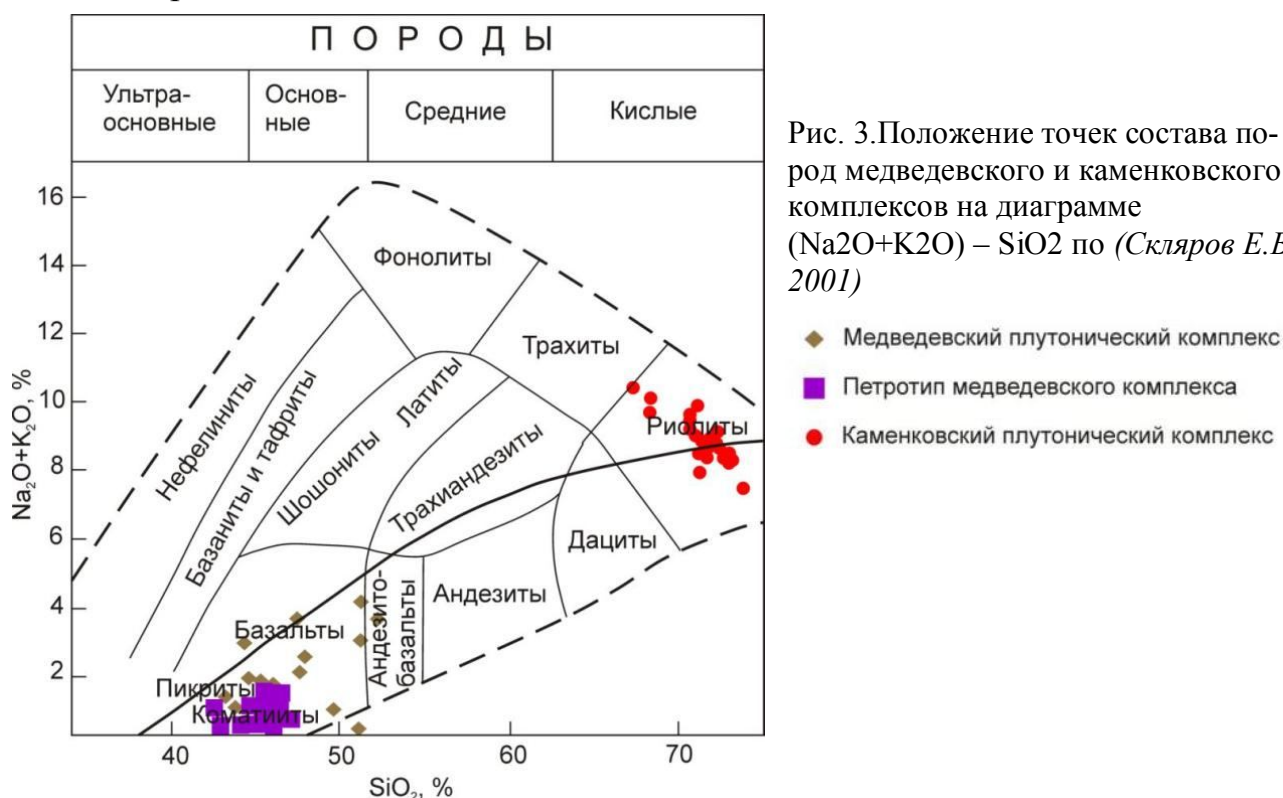


Рис. 3. Положение точек состава пород медведевского и каменковского комплексов на диаграмме  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$  по (Скляров Е.В. 2001)

График распределения РЗЭ в амфиболитах имеет плавный отрицательный наклон и в общем отвечает уровню океанических базальтов обогащенного типа (мантийный источник). Для амфиболитов обеих групп характерны повышенные значения легких (цериевая группа) и промежуточных (тербиевая группа) элементов, но не превышает 10-кратных хондритовых норм. Отчетливо прослеживается характерное для пород E-MORB распределение Pr.

Таблица 1

Содержание редкоземельных элементов (г/т) в амфиболитах медведевского комплекса

№ проб	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
3-93,5 (B)	19,98	29,37	16,98	20,37	3,23	1,49	4,04	3,10	0,82	1,21	3,60	0,35
3-338	75,88	124,00	20,30	55,13	6,19	2,06	3,24	5,26	1,14	1,08	4,93	0,38
2070-323	20,57	31,24	17,55	19,42	3,00	1,53	4,03	2,88	0,68	1,08	3,96	0,36
2215-30	53,31	115,40	20,36	74,02	11,38	2,63	5,77	6,17	1,32	1,79	5,37	0,36

Таблица 2

Содержание редкоземельных элементов (г/т)  
в околорудных эпидотизированных амфиболитах

№ проб	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
2011-809,5	77,32	97,09	31,02	48,26	3,456	3,305	5,018	2,87	0,548	1,02	3,39	0,331
2077-353	17,42	32,7	27,85	21,18	0,63	2,288	3,136	3,325	0,966	0,923	6,543	0,714
2077-354,6	23,56	49	36,73	27,35	-	1,746	3,637	4,035	0,794	0,723	4,971	0,586
2077-670	52,32	87,81	14,7	55,38	9,853	2,179	5,119	5,552	0,859	1,55	3,76	0,22

Таблица 3

Содержание редкоземельных элементов (г/т) в метабазах медведевского комплекса в  
петротипической местности

№ проб	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Ho	Er	Yb	Lu
4/03	17,3	44,9	23,8	5,67	1,82	5,38	1,02	2,77	2,95	0,4
5/03	36,1	88,1	34,3	6,64	1,91	5,6	0,98	2,63	2,57	0,35
1729	7,5	22,6	13,3	3,53	1,15	3,01	0,45	1,19	1,01	0,12
3716	7,66	19,9	13,4	3,95	0,95	4,36	0,8	2,19	1,91	0,25
3719/1	10,7	23,1	15,5	4,62	1,06	4,89	0,96	2,84	2,44	0,33
3719/2	9,66	22	14,6	4,1	0,9	4,26	0,74	2,04	1,85	0,29
3963	11,4	24,42	18,1	5,15	1,25	5,46	1,08	2,88	2,87	0,37
3964	10,8	24,2	17	4,18	1,12	4,67	0,77	2,04	1,82	0,27
3964/2	18	35,4	28,8	6,95	1,83	7,71	1,24	3,32	2,96	0,5

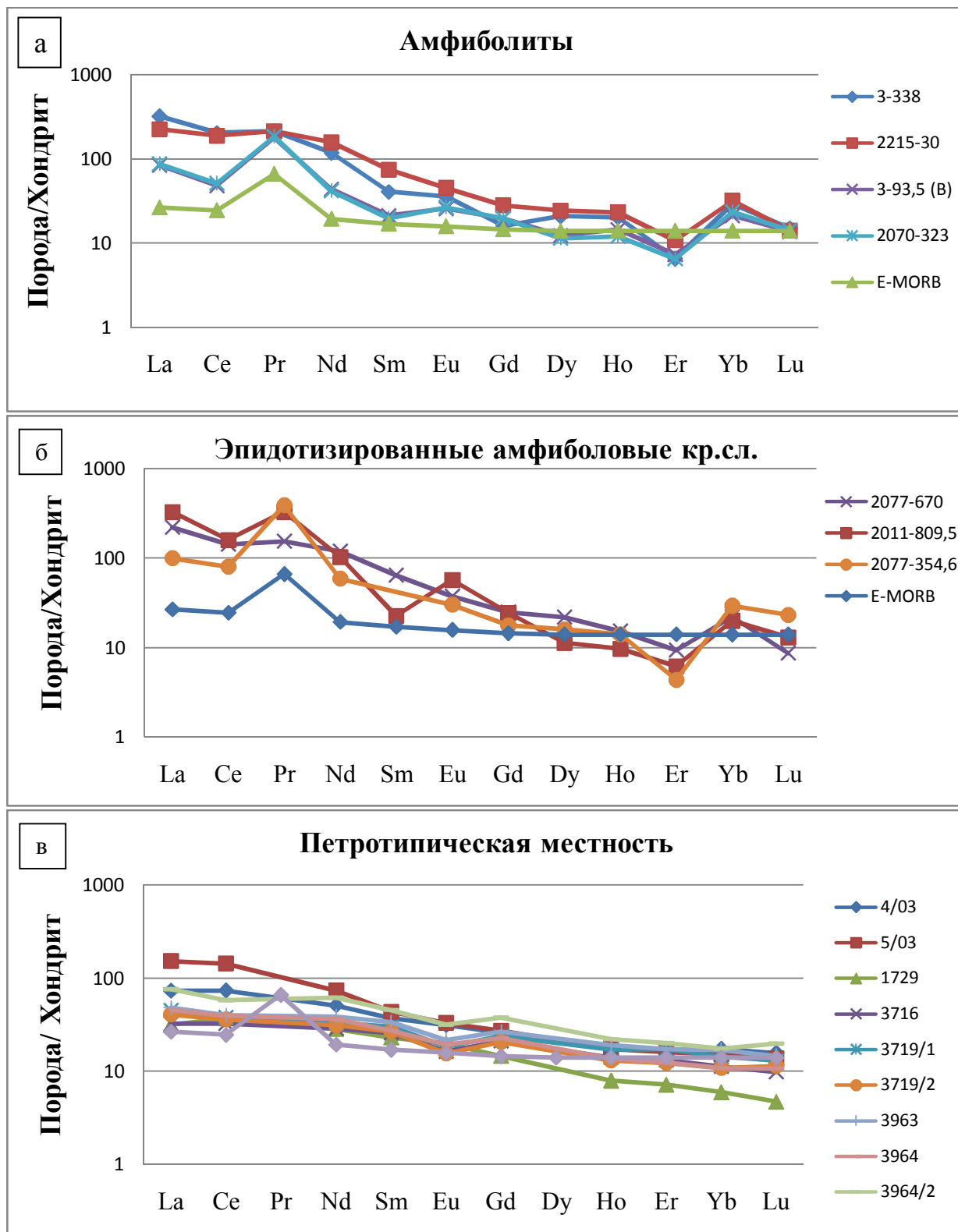


Рис. 4. Распределение редкоземельных элементов в амфиболитах медвежьего комплекса ЭРУ, нормализованных на хондрит по *Sun S.S., McDonough W.F. (1989)*

Преобладает наличие слабых положительных аномалий Eu при более редких значительных положительных аномалиях (рис.4б) или без аномалии. Отрицательный наклон спектров распределения РЗЭ обусловлен значительным обеднением тяжелыми компонентами относительно пород E-MORB. Такое положение

ние кривой распределения РЗЭ объясняется наложенными процессами гранитизации (ранний протерозой) и продолжительного метасоматоза (мезозойский этап ТМА) (Балашов Ю.А., 1976).

Таким образом, по геолого-структурному положению, петрохимическим (рис.3) и геохимическим параметрам (рис.4в) амфиболиты сопоставимы с породами медведевского комплекса (Кравченко А.А., 2010) и являются его аналогами в пределах Эльконского рудного узла.

Согласно исследованиям предыдущих лет (Титов В.К., 1972), основное количество урана в интрузивных щелочных породах мезозойского этапа тектономагматической активизации находится в рассеянной форме. Тысячные доли процента содержания урана установлены в акцессориях: магнетите, гранате, апатите и сфене. Наибольшей радиоактивностью в породах алданского комплекса обладают микроскопические акцессорные выделения торита, ураноторита, содержащие уран от сотых долей до первых процентов, и лопарита в эгирин-полевошпатовых жилах (сотые доли процента урана) (Горошко М.В., 2006).

Низкое содержание урана в интрузивных и эффузивных породах мезозойского возраста, а также пространственная отдаленность месторождений от центра проявления магматизма, дает основание для выводов о том, что источником урана служили вмещающие метаморфические массивы пород.

Для метаморфических образований Центрального Алдана характерны в целом незначительные содержания радиоактивных элементов (Горошко М.В., 2006). По этому признаку они хорошо сопоставимы со средними их значениями для близких по составу пород метаморфических толщ других районов.

Вследствие широко проявленных процессов гранитизации, для всех метаморфических пород района характерно высокое содержание легкорастворимого (подвижного) урана, до 40 %. Обычно это 1,2-2,2 г/т. Среди всех гранитоидных комплексов Эльконского рудного узла аномально повышенными концентрациями урана выделяются аляскитовые граниты каменковского плутонического комплекса (в среднем 5,2 г/т).

Результаты силикатного химического анализа по гранитам каменковского комплекса нанесены на общую классификационную диаграмму для магматических горных пород. На диаграмме видно, что характеризуемые породы комплекса, по своему химическому составу соответствуют породам кислого состава (рис.3).

Таким образом, в связи с процессами неоднократной активизации, происшедшей в докембрийской время, отмечается увеличение концентрации урана в продуктах гранитизации. Наибольшие концентрации радиоактивных минералов содержится в самых поздних лейкократовых гранитоидах – аляскитах.

На основании химического анализа гранитных комплексов участвующих в строении территории, первичными источниками уранового компонента в золо-



то-урановых рудах Эльконского горста являются раннепротерозойские граниты, выделенные в каменковский плутонический комплекс. В гранитах этого комплекса содержатся наиболее высокие, из всех вмещающих пород, концентрации легкоподвижного урана, вследствие чего они имеют повышенную радиоактивность по гамма-полю.

Для образования титаната урана – браннерита, необходим титан, который поступал в раствор совместно с золотом при метасоматозе пород ультрабазит-базитового ряда (медведевский плутонический комплекс).

Абсолютный радиологический возраст руд Эльконских месторождений по разным авторам варьирует от 180 до 125 млн. лет, что совпадает со временем проявления мезозойской (поздняя юра – ранний мел) (ТМА) (Бойцов В.Е. 1999, Утробин Д.В., 2004).

По результатам сопоставления (рис.5) радиологических определений возраста проявления магматических комплексов ТМА и руды, видно, что практически все обозначенные выше магматические стадии мезозойской ТМА были продук-

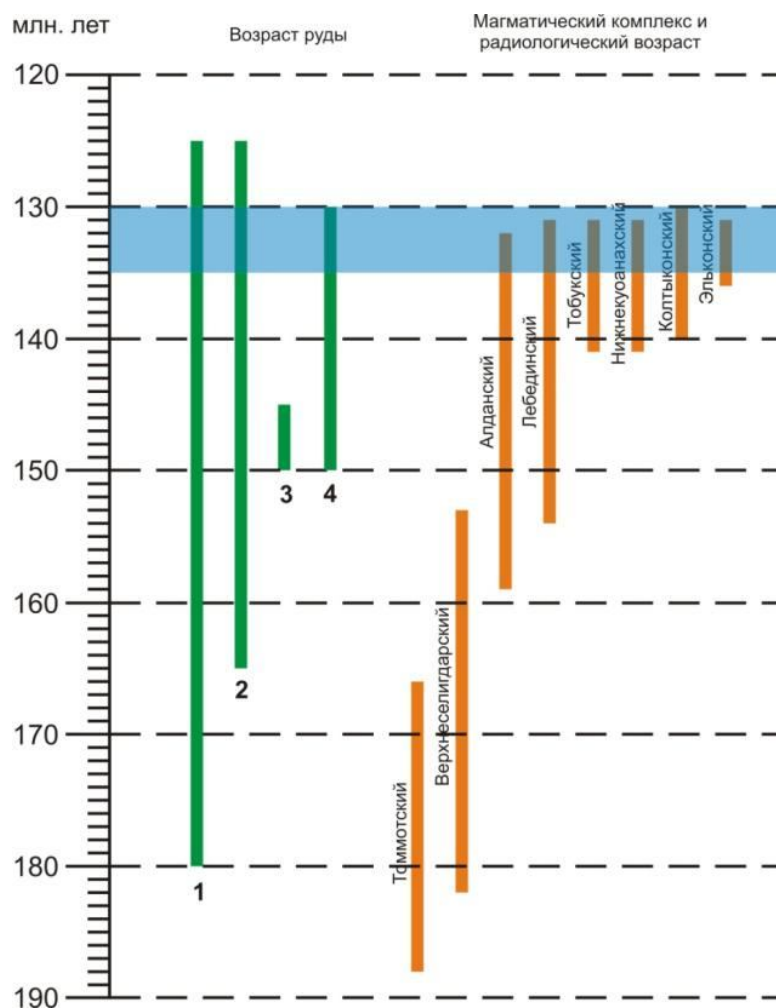


Рис. 5. Сопоставление данных радиологического возраста руд Эльконского рудного узла и мезозойских магматических щелочных комплексов. Цифрами показаны возрасты руды по данным: 1 - Горошко М.В.; 2 – Тугаринов А.И.; 3 - Утробин Д.В. и Воробьев К.А.; 4 – Пилипенко Г.Н. Синим полем показан возраст браннерита по данным Мигута А.К.

тивными и влияли на образование метасоматических золото-урановых руд. В рудных зонах метасоматитов прослеживается очень сложная минеральная зональность и стадийность (до 11 стадий минералообразования), что даже больше, чем выделено этапов тектономагматической активизации в мезозое. Это также указывает на длительный процесс образования метасоматитов и связан-

ных с ними руд и большого влияния каждого комплекса в отдельности. Возраст браннерита по Pb методом составляет 135-130 млн. лет (Мизута А.К., 2001), что совпадает по времени с периодом самой активной стадии мезозойского магматизма.

По данным некоторых авторов (Утробин Д.В. 2004) возраст руды ограничен датировками в 145-150 млн. лет, по нашему мнению данный возраст был установлен исключительно для одной из отдельных рудных зон, а не рудных тел всех месторождений и рудопроявлений рудного узла.

Таким образом, практически точное совпадение периодов магматической деятельности в мезозое с возрастом начала формирования оруденения подтверждает вывод о генетической связи образования золото-урановых руд под влиянием флюидов и гидротерм мезозойского щелочного магматизма. Отсутствие в щелочных магматических породах концентраций рудных элементов (золота, урана, титана) объясняется тем, что их поступление в рудные зоны обусловлено переносом из иных источников. По мнению автора, повышенные концентрации урана поступали из лейкократовых гранитов каменковского комплекса раннепротерозойского возраста, а золото, титан и железо из ультрабазит-базитовых тел, выделенных в медведевский (кумкыстахский) комплекс позднеархейского возраста.

Комплексы пород слагающих территорию Эльконского рудного узла еще до мезозойской магматической активизации содержали повышенные концентрации радиоактивных элементов, а также титан, железо и золото. Флюидные гидротермальные растворы взаимодействовали с ранее существовавшими вмещающими породами и способствовали перемещению золота, урана и титана в зоны геохимической разгрузки.

Месторождения характеризуемого региона по генезису являются регенерационными. В совокупности наличие ультрабазит-базитовых, кислых (аляскитовых) и щелочных пород, являются критериями для оценки перспективных площадей на наличие аналогичных рудопроявлений или месторождений.

**Третье защищаемое положение.** *На основе комплекса структурно-вещественных, геологических, геофизических и геотектонических данных дополнены среднемасштабные прогнозно-поисковые критерии золото-урановых месторождений в пределах Алдано-Станового кристаллического щита.*

В результате проведенного изучения истории геологического развития, петрологических и формационных особенностей метаморфических и магматических образований, слагающих территорию Эльконского рудного узла, построена стадийная геолого-генетическая модель формирования гидротермально-метасоматических рудных зон, содержащих золото-урановые рудопроявления и месторождения Эльконского типа:

В архейской эонотеке, в процессе обильного внедрения магматических тел ультрабазит-базитового магматизма, сформировались структуры так называемого зеленокаменного пояса. Внедрившиеся породы этого магматизма обусловили насыщение первичных толщ территории такими рудными компонентами как Au, Ti, Fe и др. В последующие этапы ранней (архейской) истории эволюции территории, породы зеленокаменного пояса, и в том числе ультрабазит-базитовые лавы и интрузии, были подвержены процессам регионального метаморфизма до гранулитовой фаций, а затем и регрессивной амфиболитовой. В раннепротерозойское время, породы этого региона были подвержены повторным региональным метаморфическим преобразованиям, сопровождавшимся анатексисом и площадной гранитизацией. В процессе метаморфических преобразований пород произошла ремобилизация и перемещение рудных компонентов во вмещающие толщи и в первую очередь гидротермально-метасоматические жилы. В период активизации метаморфических и метасоматических процессов первичные комплексы пород поставляли рудные компоненты во флюиды и гидротермы, а на участках, где физико-химические условия были благоприятными, происходила их концентрация, формировались рудные минералы и их скопления, сформировавшие рудные гидротермально-метасоматические жилы и зоны по трещинам в разломах.

В конце протерозоя в кристаллической коре обновились, или вновь образовались, долгоживущие региональные разломы, в которых уже по новым трещинам внедрялись дайки диабазов, продуцировавшие интенсивные процессы переноса гидротерм по зонам динамометаморфизма. Статический метаморфизм сопровождался формированием в таких зонах разломов милонитов, бластомилонитов и катаклазитов. В свою очередь эти зоны были благоприятными проницаемыми участками для химически активных гидротерм. Поэтому в их пределах на геохимических барьерах (смена температуры и давления) локализовались новые рудные компоненты.

Следующий тектонически-активный период эволюции территории – регенерационный – мезозойская тектономагматическая активизация с внедрением значительных объемов щелочного (преимущественно калиевого) магматизма. Внедрение щелочных массивов обуславливало выделение обильного количества тепла, а также сопровождалось отделением химически активных щелочных гидротерм. Последние способствовали активизации метасоматических процессов, при которых рудные компоненты (золото, уран, титан и железо) поступали в растворы и перемещались из вмещающих метаморфических пород, а затем на уровне геотемпературных барьеров мобилизовались в зонах разломов. При этом флюиды и гидротермальные растворы транспортировали совместно с другими выщелоченными из вмещающих пород элементами золото, уран, которые

вступали в химические реакции в зонах разгрузки с образованием жильных минеральных парагенезисов (браннерит и др.).

В неотектонический период (начиная с миоцена), вдоль крупных краевых швов сформировался горст-антиклинорий со сложным блоковым строением. Каждый блок имеет разную степень эрозионного среза. Это способствовало образованию вскрытия вдоль зон разломов участков с разных глубин земной коры, и поэтому определяет вертикальную рудную зональность. Неотектонические процессы орогенеза, обусловили выделение пяти отличающихся по минеральному составу типов оруденения – «Северо-Западного» (Au-Cu + Ау-уранинит), «Федоровского» (U-Au-Ag), «Эльконского» (Au-браннеритового), «Минеевского» (Au-U-Mo) и «Агдинского» (U-Au).

На основе разработанной геолого-генетической модели и всего комплекса проведенных исследований, автором сформулированы и уточнены среднемасштабные прогнозно-поисковые критерии локализации золото-урановых месторождений в пределах Алдано-Станового кристаллического щита (табл.4).

По результатам интерпретации распространения аномалий магнитного и гравитационного полей, в пределах Эльконского рудного узла, была произведена двумерная адаптивная энергетическая фильтрация с выделением локальной и региональной составляющей. Автором выявлено, что основные золото-урановые месторождения и рудопроявления расположены в переходных низкоградиентных зон региональной (федоровский, эльконский, агдинский и минеевский геоблоки) и локальной (северо-западный геоблок) составляющих геофизических полей.

В пределах восточной части рудного узла выявлена устойчивая геохимическая ассоциация Ag-(Au)-V-As-Tl+W. Присутствие халькофильных и сидерофильных групп химических элементов объясняется большим количеством сульфидов (пирит, антимонит) во вмещающих породах. В свою очередь такой набор химических элементов обусловлен распространением в разрезах реликтов древних зеленокаменных поясов – железистых кварцитов, в юго-восточной части, концентрация сидерофильных элементов в которых достигает промышленных – месторождение Эмельджакское. Литофильная группа представлена U-Th и W. Распространение литофильной группы элементов обусловлено огромным площадным развитием гранитных массивов.

В геотектоническом отношении месторождения Эльконского рудного узла приурочены к фундаменту древней платформы, имеющему четырехэтажное структурное строение с интенсивным проявлением мезозойской тектономагматической активизации. Мезозойский магматизм характеризуется многофазовым (до 8 фаз) внедрением щелочных комплексов и формированием различных структурно-вещественных комплексов.

Среднемасштабные поисковые критерии для золото-урановых месторождений Эльконского типа

Критерии	Типы оруденения					
	Северо-западный		Эльконский Au- браннеритовый	Федоровский Au-Ag-U	Минеевский Au-U-Mo	Агдинский Au-U
	Au-Cu- порфировый	Au-уранинтовый				
<b>Геофизические</b>	Рудоконтролирующие тела этого блока в геофизических полях представлены отрицательными магнитными аномалиями (до -400 dT) и отрицательными полями силы тяжести (до -26 мГл).		Зоны разломов, содержащие золото-урановые метасоматиты на этом участке характеризуются в геофизических полях выраженными положительными магнитными аномалиями (до 400-600 dT) и дифференцированным полем силы тяжести (от -6 до 2 мГл).	Геофизические поля, выраженные положительными магнитными аномалиями (до 1000 dT) и отрицательным полем силы тяжести (до -26 мГл). Вдоль разломов вытянутые магнитные аномалии.	Оруденение распространено в геофизических полях выраженными отрицательными магнитными аномалиями (до -200 dT) и положительными полями силы тяжести (до 2 мГл).	Рудоконтролирующие структуры акцентируются региональными магнитными аномалиями низких отрицательных значений до -430 dT и отрицательными полями силы тяжести (до -10 мГл)
	Месторождения локализованы в низкоградиентных зонах локальных составляющих магнитного и гравитационного полей		Месторождения локализованы в низкоградиентных зонах региональных составляющих магнитного и гравитационного полей			
<b>Геотектонические</b>	Приуроченность месторождений к фундаментам древних платформ, имеющих четырех этажное структурное строение с интенсивным проявлением мезозойской тектономагматической активизации. Магматические тела образованы многофазовым (до 8 фаз) внедрением щелочных магматических комплексов и формированием различных структурно-вещественных комплексов со своим набором магматических, метаморфических и осадочных формаций.					

<b>Структурно-тектонические</b>	Образование системы ортогональных разрывных нарушений мезозойского возраста, связанной с внедрением щелочных интрузивных комплексов.		Существование региональных долгоживущих разломов, преимущественно северо-западного простирания, глубокого заложения и раннепротерозойского возраста формирования, подновленные в мезозойское время и трассируемых различными типами динамометаморфитов (катаклазиты и бластомилониты), брекчий, гидротермально-метасоматических образований			
<b>Магматические</b>	Многофазное внедрение мезозойских щелочных интрузий в древние зеленокаменные пояса и гранитизированные комплексы.		Образование в архейское время древних зеленокаменных поясов с благороднометаллогенической специализацией. Интенсивная гранитизация в раннепротерозойское время с образованием территории с радиоактивной специализацией.		Интенсивная гранитизация в раннепротерозойское время с образованием территории с радиоактивной специализацией. Отсутствие интенсивного внедрения МЗпород	
<b>Минерагенические</b>	Рудная минерализация представлена свободным прожилково-вкрапленным золотом. Рудные минералы пирит, халькопирит, борнит, галенит и сфалерит	В Au-уранинитовых зонах руды являются исходно-раннеритовыми, с уранинитом.	Рудная минерализация представлена золотоносным пиритом (мельниковитом), раннеритом и в меньшей степени коффинитом.	Исходно-раннеритовые руды, с золотоносными эльконитами. Самородное серебро, акантит.	Помимо слабо проявленного исходно-раннеритового и эльконитового оруденений присутствуют молибден и иордзит.	
<b>Метасоматические</b>	Серицит-микроклиновые метасоматиты	Ореолы распространения фениитов по архейским кристаллическим сланцам	Пирит-карбонат-калишпатовые метасоматиты - элькониты			

В металлогеническом плане основными рудоконтролирующими структурами рудных зон Эльконского рудного узла являются региональные долгоживущие разломы преимущественно северо-западного простирания. Они имеют глубокое заложение и начали формироваться с архей-раннепротерозойского этапа. Они трассируются современными депрессиями в рельефе, зонами развития различных типов динамометаморфитов (катаклазиты и бластомилониты), брекчий, гидротермально-метасоматических образований.

Для формирования аналогичных рудопроявлений или месторождений необходимо наличие сочетания следующего комплекса магматических процессов. В ранние периоды мощный ультрабазит-базитовый магматизм с формированием древнего зеленокаменного пояса (медведевский плутонический комплекс). Этот магматизм обусловил обогащение разреза золотом и сидерофильными химическими элементами. В раннепротерозойское время массивная площадная гранитизация, с образованием отдельных гранитных плутонов (каменковский комплекс). На этом этапе было поступление урана и литофильных элементов. В мезозое необходимо внедрение щелочных магм, которые продуцировали химически активные газы и гидротермы. Именно такая последовательность геологических событий – архейские ультрабазит-базиты, протерозойские граниты, мезозойские щелочные магмы – определили поступление полезных компонентов в верхние горизонты земной коры и перераспределение их в рудные зоны.

Рассмотренные условия типичны для эльконского, федоровского, агдинского и минеевского типов руд. Поэтому они являются исходнобраннеритовыми находящимися в совместной ассоциации с золотоносным пиритом – мельниковитом. Основными рудовмещающими метасоматическими породами являются пирит-карбонат-калишпатовые породы – элькониты. Для рябиновского – серицит-микроклиновые метасоматиты.

### **Заключение**

На основе комплексного изучения геологического строения Эльконского горст-антиклинория сделаны следующие выводы:

- В геологическом строении территории Эльконского рудного узла наблюдается более десяти этапов тектономагматической активности: 6 из которых - архей-раннепротерозойских, рифейский, палеозойский, мезозойский и современный (неотектонический) обусловили формирование месторождений;

- В результате неотектонических процессов, территория Эльконского рудного узла имеет сложное блоковое строение, образующая современный горст. В пределах этого горста выделено пять структурно-вещественных блоков: «северо-западный» (Au-Cu + Au-уранинитовый), «федоровский» (U-Ag-Au), «эльконский» (Au-браннеритовый), агдинский (Au-U) и «минеевский» (Mo-U-Au). Блоки выделяются по геолого-структурному районированию, характеристике геофизических полей, а метасоматиты в зонах разломов разных блоков, содержат соответствующие минерагенические специализации руд;

- На основе формационного анализа выделены комплексы пород, являющиеся первичными (материнскими) источниками рудных компонентов. Для золота, титана и железа такими являлись ультрабазит-базитовые породы медведевского плутонического комплекса архейского возраста. Поставщиком U и Mo служили гранитоиды каменковского комплекса раннепротерозойского возраста. Щелочной магматизм мезозойского периода обусловил перераспределение рудных компонентов из древних вмещающих толщ в зоны разгрузки;

- Уточнены дополнительные поисковые критерии для золото-урановых месторождений в пределах северного обрамления Алдано-Станового щита:

- Основные золото-урановые месторождения и рудопроявления расположены в переходных низкоградиентных зонах региональной (Федоровский, Эльконский, Агдинский и Минеевский геоблоки) и локальной (Северо-Западный геоблок) составляющих геофизических полей;

- Геохимическая специализация вмещающих пород изученной территории представлена комплексным набором халько-сидерофильной и литофильной групп элементов. В пределах восточной части Эльконского рудного узла выявлена устойчивая ассоциация Ag-(Au)-V-As-Tl+W;

- Образование подобных золото-урановых месторождений определяется формированием ультрабазит-базитовых тел древних зеленокаменных поясов (медведевский плутонический комплекс), претерпевших площадную гранитизацию в раннепротерозойское время, в результате которой были образованы отдельные гранитные плутоны (каменковский комплекс). В последующем породы этих комплексов обеспечили ремобилизацию из них рудных элементов в гидротермально-метасоматические зоны разломов. Это произошло вследствие внедрения щелочных магм мезозойского тектономагматического этапа. Именно такая последовательность – архейские ультрабазит-базиты, протерозойские граниты, мезозойские щелочные магмы – определила последовательность обогащения полезными компонентами вскрытых на поверхности горизонтов земной коры. Гидротермально-метасоматические щелочные условия определили перераспределение рудных элементов из вмещающих пород в рудные зоны.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**1. Жижин В.И., Лоскутов Е.Е. Эльконская шовная зона, сектор крупного магматектогена или горст// Наука и образование. Научный журнал / Главный редактор И.И. Колодезников. – Якутск: ООО «Издательство Сфера», 2013. - №1 (69) 2013. – 54-61 с.**

2. Лоскутов Е.Е. Создание геолого-картографической базы данных с использованием ГИС-технологий на примере Южной Якутии. «ЭРЭЛ-2011»: Материалы Всероссийской конференции научной молодежи / [отв. ред.: И.И. Хри-



стофоров и др. ]. – Якутск: Изд-во ООО «Цумори Пресс», 2011. – Том 1. – 216-219 с.

3. *Лоскутов Е.Е.* Генетические предпосылки образования комплексных месторождений Эльконского рудного поля. Материалы Второй научной молодежной школы «Новое в познании процессов рудообразования» - Москва, ИГЕМ РАН, 2012. – 119-121с.

4. *Лоскутов Е.Е.* Геология золотоурановых месторождений Южной Якутии (На примере Эльконского рудного поля). «ЭРЭЛ – 2012»: Материалы Всероссийской конференции научной молодежи / [отв. ред.: И.И. Христофоров и др.]. – Якутск: Изд-во «Сфера», 2012. – Том 1. – 171-173 с.

5. *Лоскутов Е.Е.* О генезисе руд Эльконского рудного поля. Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ – 2013» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, К.К. Андреев, М.В. Чистякова. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2013. — 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. - Систем. требования: ПК с процессором 486+; Windows 95; дисковод DVD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

6. *Лоскутов Е.Е.* Особенности генезиса золото-урановых руд Эльконского рудного поля. XI Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле», Москва, Российский государственный геологоразведочный университет, 09-12 апреля, 2013 г.: Доклады: в 3 т. Т.1./ МГРИ-РГГРУ. – М.: Ваш полиграфический партнер, 2013. – 336-338 с.

7. *Лоскутов Е.Е.* Сравнение возраста оруденения и мезозойских этапов тектономагматической активизации Эльконского рудного района. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-востока России: материалы всероссийской научно-практической конференции, 1-3 апреля 2014г./ отв. ред. Л.И. Полуфунтикова. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2014. – 269-271 с.

8. *Лоскутов Е.Е., Жижин В.И.* «Новые идеи в науках о Земле.» Поэлементная геохимическая база данных участка Сохсолоох. Москва: Экстра-Принт, 2011. 234-235 с..

9. *Лоскутов Е.Е., Жижин В.И.* О геологической истории и генезисе образования золото-урановых месторождений Эльконского рудного узла// **Наука и образование. Научный журнал / Главный редактор И.И. Колодезников.** – Якутск: ООО «Издательство Сфера», 2014. - №4 (76) 2014. – 27-32 с.

10. *Лоскутов Е.Е. Пуляев Н.А.* Тектономагматические этапы формирования Au-U месторождений Эльконского рудного узла. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2012г. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2012. – Т.1. 233-235 с.