

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОКЕМБРИЙСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ УЛКАНСКОГО РАЙОНА

*В.А. Гурьянов, М.В. Горошко*

*Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск*

В статье дан обзор проявлений рудной минерализации Улканского прогиба, большая часть которых выявлена за последние 20 лет. Некоторые из них по прогнозным ресурсам отвечают крупным, средним и малым месторождениям. Показано, что металлогеническую специализацию прогиба определяют бериллий, тантал, ниобий, редкие земли иттриевой и цериевой групп, уран, золото и литий. Центральная часть прогиба – Улканский массив гранитоидов и пограничные с ним участки прогиба, характеризующиеся большим сосредоточением рудных объектов этих металлов разного ранга, рассматриваются как новый перспективный танталоносный, ураноносный и золотоносный редкоземельно-редкометалльный рудный район. Своеобразие его металлогении определяется пространственным совмещением двух разных металлогенических эпох: позднекарельской (1720–1670 млн лет) редкоземельно-редкометалльной, пространственно и генетически связанной с улканским щелочногранитным магматизмом, и среднерифейской (1300–1150 млн лет) ураново- и золоторудной, проявившейся в метасоматитах тектонически ослабленных зон секущего типа по отношению к структуре Улканского прогиба. Выделены представляющие промышленный интерес генетические типы. Рассмотрены закономерности размещения полезных ископаемых и определены перспективы выделенных рудных полей и района в целом. Отражена роль факторов локализации оруденений различных генетических типов, основными из которых являются магматические, метасоматические, тектонические, литологические, структурные, геохимические и минералого-петрографические.

**Ключевые слова:** эйситы, рудная формация, фениты, рифтогенез, редкие металлы, редкие земли, Улканский рудный район.

### ВВЕДЕНИЕ

Улканский осадочно-вулканогенный прогиб – это крупная, вытянутая в субширотном направлении структура, наложенная на метаморфический фундамент Алдано-Станового щита юго-востока Сибирской платформы и сложенная разнообразными по составу и происхождению комплексами плутонических, вулканических пород раннего протерозоя (1800–1687 млн лет), не претерпевших регионального метаморфизма и сохранивших первоначальные геологические соотношения, особенности химизма и металлогении.

Здесь известно не менее двухсот рудопроявлений U, Ta, Nb, Be, TR, Au, Li, Zr, Mo, Sn, W, Th, Ag, Pb, Zn, Ba, P и графита. Большая часть их была выявлена и оценена при проведении крупномасштабных геолого-поисковых работ (В.А. Гурьянов, М.В. Горошко, В.Е. Кириллов) с 1982 г. по 2001 г. Предшествующими исследователями (Ю.Н. Гамалея,

Л.Н. Заколюкин, Э.Г. Абисалов, Я.Д. Шенкман и другие) перспективы Улканского прогиба были оценены положительно на бериллий и уран; на золото и тантало-ниобаты эта территория получила отрицательную оценку, на редкие земли она вообще не была оценена. Базальные конгломераты осадочного чехла юго-восточной части Учурской впадины рассматривались как потенциально перспективные на выявление месторождений золота типа Витватерсранд [2]. В последние годы здесь в разных геолого-структурных обстановках выявлены рудопроявления U, Au, Ba, V, отвечающие по ресурсам месторождениям [7, 8, 18]. Все это коренным образом изменило существовавшие ранее представления по металлогении Улканского района и юго-восточной окраины Сибирской платформы в целом. Поэтому назрела необходимость углубленного осмысления, переоценки всей суммы имеющихся сведений для анализа проблемы генезиса и законо-

мерностей размещения руд в этом регионе и создания современной научной и практической основы прогнозирования и поисков месторождений этих металлов, что и отражено в этой статье. В основу ее положены материалы авторов за последние двадцать лет работы по изучению рудных объектов в наиболее рудонасыщенной центральной части Улканского прогиба.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Улканский осадочно-вулканогенный прогиб шириной около 75 км и протяженностью не менее 200 км располагается в верховьях рек Учур, Улкан и Маймакан (рис. 1). Пространственно он приурочен к субширотной тектонической зоне и занимает секущее положение по отношению к структурам архейского кристаллического фундамента Алдано-Станового щита. Метаморфические породы основания прогиба имеют архейский возраст, преобразованы в гранулитовой и амфиболитовой фациях регионального метаморфизма. На юге эта структура ограничена Джугджурским поднятием, на северо-западе и севере перекрыта платформенным чехлом рифея–кембрия Учурской впадины и ограничена соответственно Тырканским и Батомгским выступами фундамента [24]. На востоке прогиб перекрыт меловыми эффузивами Охотско-Чукотского вулканического пояса; фрагменты его выходов прослеживаются к востоку на 150–200 км в эрозионных окнах среди вулканитов Предджугджурской впадины, где происходит сочленение Улканского прогиба с субмеридиональным Билякчанским [3, 18, 22]. Улканский прогиб имеет резко асимметричное строение, его ось погружения смещена к крутому южному борту. С осадочно-вулканогенными образованиями улканской серии, выполняющими прогиб, ассоциируют габброиды гекунданского и гранитоиды улканского комплексов. К настоящему времени наиболее детально изучены центральная и восточная части Улканского прогиба и структуры его ограничения на флангах, южная и северная части остались слабо исследованными. Современные представления о строении прогиба и слагающих его комплексах базируются на результатах крупномасштабных геологических исследований последних лет [4, 9, 16, 17, 24].

В строении и развитии Улканского прогиба отмечается ряд особенностей, присущих большинству современных и древних континентальных рифтогенных структур, таких как развитие дорифтогенной поверхности выравнивания – наличие регионального углового несогласия, зафиксированного площадной корой выветривания, формирование бимодальной дифференцированной серии вулканитов (элгэтэйская

свита) и щелочных метасоматитов [18]. Судя по тому, что Улканский прогиб ограничен нормальными, преимущественно ступенчатыми сбросами, свидетельствующими об условиях растяжения, имеет большие размеры и сложную линейную в плане форму, заполнен молассоидными отложениями большой мощности и характеризуется интенсивно проявленным магматизмом повышенной щелочности, вплоть до образования щелочных пород, можно говорить о его рифтогенной природе. Данные крупномасштабных геологических исследований позволили также расшифровать внутреннее строение Улканского прогиба и выделить в его пределах вулкано-тектонические депрессии, вулкано- и интрузивно-купольные структуры [4, 17].

Заполняющая прогиб улканская серия сложена тремя красноцветными свитами (снизу вверх): кварцево-песчаниковой топориканской, трахибазальтовой улканской и базальт-трахириолитовой элгэтэйской с общей мощностью до 3090 м [17, 20, 24]. За исключением первой свиты терригенные породы в разрезе вулканических свит играют подчиненную роль. Базальтная топориканская свита (200 м) сложена кварцевыми, реже полевошпат-кварцевыми песчаниками, отмечаются единичные прослои гравелитов и конгломератов. Она залегает с угловым несогласием на породах кристаллического фундамента, отделяясь от них щебнисто-дресвянистой корой выветривания с признаками химических преобразований мощностью до 35 м. Магматические породы разделены на пять комплексов: улканский трахибазальтовый, гекунданский лейкогаббродиабазовый, элгэтэйский базальт-трахириолитовый, улканский щелочнолейкогранитовый и маймаканский габбродиабазовый.

Улканский комплекс представлен покровными, субвулканическими и экструзивно-жерловыми фациями. Первые доминируют и соответствуют улканской свите (750 м), которая сложена трахибазальтами, андезибазальтами и их лавобрекчиями с прослоями песчаников, конгломератов, туффилов и туфоалевролитов. Субвулканические интрузии представлены в основном дайками трахибазальтов и базальтов, а экструзивно-жерловые образования аналогичного состава слагают неки и экструзивные купола, которые вместе с небольшими массивами и штоками лейкогаббродиабазов, габбродиабазов, габбро, лейкогаббро и диабазов гекунданского комплекса расположены в краевых частях Улканского прогиба, а также в его обрамлении среди пород кристаллического фундамента. По содержанию микрокомпонентов и химизму они близки улканским базальтоидам.

В составе элгэтэйского комплекса преобладают покровные фации, отвечающие элгэтэйской свите

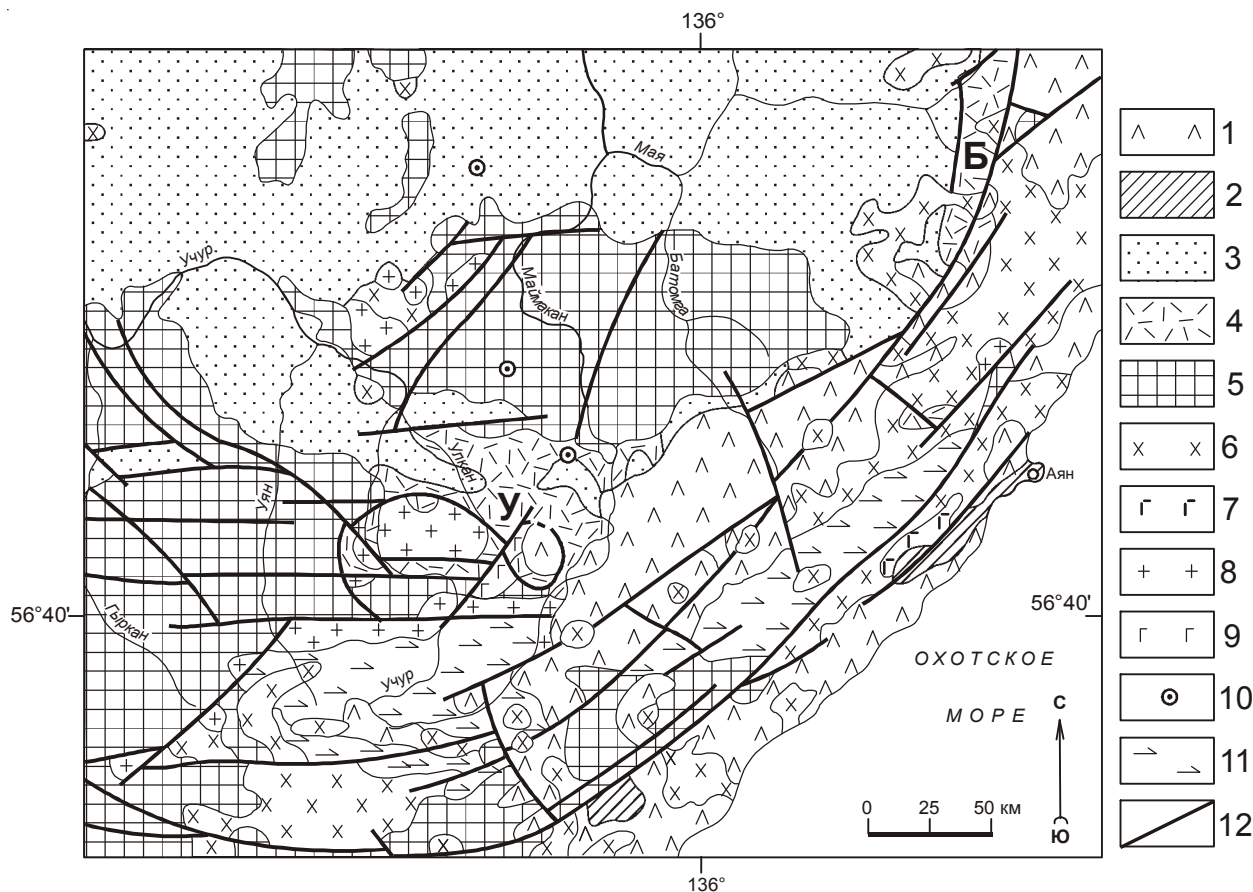


Рис. 1. Геологическая карта юго-восточной окраины Сибирской платформы.

1 – меловые вулканиты Охотско-Чукотского пояса; 2 – палеозойские терригенно-карбонатные отложения Аяно-Шевлинского перикратонного прогиба; 3 – кембрий-рифейские вулканогенно-осадочные и карбонатно-терригенные отложения Учуро-Майской плиты; 4 – раннепротерозойские осадочно-вулканогенные образования Улканского (У) и Билякчанского (Б) прогибов; 5 – архейские кристаллические образования фундамента Сибирской платформы; 6 – меловые интрузии гранитоидов; 7 – палеозойские габброиды; 8–10 – раннепротерозойские гранитоиды улканского (8), габбродиабазы гекунданского (9) и ультрабазиты кондерского (10) комплексов; 11 – архейские анортозиты древнеджугджурского комплекса; 12 – разрывные нарушения.

(2140 м), которая занимает около 50 % площади Улканского прогиба. В ее составе доминируют красные, розовые и коричневые трахириодациты, трахириолиты, трахидациты; встречаются их лавобрекчии, туфы и игнимбриты; меньшую роль играют базальты, андезибазальты, трахиандезиты; в подчиненном количестве присутствуют песчаники, туфопесчаники, туфогравелиты, конгломераты, туфоалевролиты и седиментационные брекчии; в верхней части разреза отмечаются комендиты и пантеллериты. Значительное место и объемы в составе элгэтэйского комплекса занимают субвулканические и экструзивно-жерловые образования, представляющие в современном срезе глубоко эродированные корни вулканов с почти полностью или частично разрушенными постройками. Формирование элгэтэйского комплекса происходило в

три последовательные фазы внедрения: первая – трахидациты и трахиандезиты; вторая – трахириолиты, трахириодациты и их автомагматические, жерловые брекчии и игнимбриты, гранит-порфиры; третья – комендиты, пантеллериты, трахидациты рибекитовые и эгирин-рибекитовые и их жерловые, автомагматические брекчии, игнимбриты и туффзиты. Изотопные датировки вулканитов (U-Pb, Sm-Nd, K-Ar методы по циркону и глаукониту) варьируют в пределах 1,74–1,69 млрд. лет [33].

Тела улканских гранитоидов встречаются в разных частях прогиба, а также и за его пределами. Наиболее крупные массивы комплекса – Улканский, Южноучурский и Верхнеугаянский. Улканский массив площадью 750 км<sup>2</sup> наиболее изучен [16, 18, 26, 27, 29]. Вмещающими породами для него являются

осадочно-вулканогенные образования улканской серии, гекунданские габброиды, реже архейские анортозиты и метаморфиты. Положение массива и его конфигурация отчетливо контролируются разрывной тектоникой: сочетанием субширотных и дуговых, в меньшей мере северо-западных разломов. Улканский массив образован в три фазы. Первая фаза сложена крупнозернистыми биотитовыми субщелочными лейкогранитами, кварцевыми сиенитами и монцонитами, контактово-метасоматическими сиенитами, лейкосиенитами, монцонитами и лейкомонцонитами. Вторая фаза представлена мелкозернистыми и порфировидными субщелочными лейкогранитами, пегматитами, а также мусковит- и биотит-кварцевыми грейзенами. Третья фаза – это щелочные эгирин-рибекитовые, рибекитовые с астрофиллитом граниты, кварцевые сиениты, аляскиты и микросиениты; щелочногранитные пегматиты, жилы щелочных гидротермалитов, фениты; калишпатовые, кварц-калишпатовые, альбитовые и кварц-альбитовые метасоматиты; полилитийнит-кварцевые грейзены и низкотемпературные гидротермально-метасоматические образования. Каждая из фаз характеризуется сложным фаціальным составом, каждой свойственны специфические жильные, гибридные и метасоматические образования. Характерными особенностями улканских гранитоидов в целом являются анортоклазовый состав, предельно высокая железистость темноцветных минералов, повышение их натриевости в поздних дифференциатах и большое многообразие аксессуарных минералов. Качественная геохимическая характеристика этих пород определяется ассоциацией элементов – Ta, Nb, Nd, Zr, Y, Yb, Be, La, Ce, Sn, U, Th в количествах, многократно превышающих кларковые. По составу улканские гранитоиды соответствуют щелочнолейкогранитовой формации [18]. По химизму они близки элгэтэйским вулканитам. Для улканских гранитоидов имеются следующие цифры изотопного возраста, полученные разными методами по цирконам и монацитам [33]: I фазы – 1721 млн лет (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr); II фазы – 1715–1716 млн лет (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr); III фазы – 1690, 1676 млн лет (U-Pb), 1703 (Sm-Nd).

Маймаканский комплекс представлен дайками субщелочных оливинных габбродиабазов, диабазов и габбро. Ареал их развития ограничивается площадью Улканского прогиба. На дайки маймаканских габброидов наложено урановое оруденение с возрастом 1300–1150 млн лет (U-Pb, Pb-Pb, K-Ag, Rb-Sr методы) [5, 7].

На севере Улканского прогиба в междуречье верхних течений рек Учур – Маймакан обнажаются самые нижние горизонты нижнего рифея Учурской

впадины, залегающие на вулканитах улканской серии. Нижний рифей здесь представлен вулканогенно-осадочными и карбонатно-терригенными породами соответственно бириндинской (380 м) и конкулинской (500 м) свит уянской серии. Базальные слои этой серии, представленные конгломератами с валунами и гальками элгэтэйских вулканитов, залегают с глубоким размывом и несогласием на железисто-глинисто-гидрослюдистой коре выветривания (от 1 до 15 м) эффузивов разных частей разреза элгэтэйской свиты и пород кристаллического фундамента [24]. Изохронный возраст аутигенного адуляра из коры выветривания этого возрастного уровня, по определению Ю.П. Шергиной (Rb-Sr метод, лаборатория ВСЕГЕИ, 1997 г.), –  $1670 \pm 40$  млн лет [17].

Среднерифейские гидротермально-метасоматические образования на площади Улканского прогиба и ограничивающих его структур платформенного чехла были выделены на основе изотопного и радиологического датирования минералов на рудопроявлениях урана [4]. Они представлены эйситами, аргиллизитами, серицит-гидрослюдисто-кварцевыми, гематит-кварцевыми метасоматитами и гидротермалитами. Эти образования трассируют и залечивают тектонически ослабленные зоны северо-западного, субширотного и северо-восточного простираения, а также зоны их сочленения. Они наложены на разнородные по составу и генезису породы Улканского прогиба и нижнего рифея Учурской впадины и не обнаруживают видимой связи с интрузивными образованиями [15]. Датировки K-Ag и Rb-Sr методами гидрослюды из этих метасоматитов, а также U-Pb и Pb-Pb методами заключенных в них рудных минералов показывают возраст 1300–1150 млн лет [7, 8].

#### **ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ОРУДЕНЕНИЯ, РУДНЫЕ ФОРМАЦИИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА**

Большая часть рудопроявлений (около 160) сосредоточена в пределах Улканского массива гранитоидов и в обрамляющих его раннепротерозойских вулкано-тектонических структурах центральной части прогиба, а также на прилегающей к ним с севера юго-восточной окраинной части Учурской впадины раннерифейского заложения. Металлогеническую специализацию этой рудонасыщенной площади и прогиба в целом определяют Ta, Be, редкие земли иттриевой и цериевой групп, Nb, U, Au и Li. Здесь предварительно обследовано около 30 рудных объектов, большинство из которых по прогнозным ресурсам по категориям  $P_1$  и  $P_2$  отвечают месторождениям [14, 16]. Эта территория площадью 1800 кв. км по вышеприведенным данным вырисовывается как новый

перспективный рудный район (рис. 2). Ранее предшествующими исследователями она выделялась как Верхнеучурский бериллиеносный редкометалльный район (Э.Г. Абисалов) или в качестве Улканского редкометаллоносного потенциально рудного района с бериллиевой специализацией (Н.С. Шпак). Этот рудный район объединяет сближенные группы рудных полей, близких по вещественному составу и возрасту месторождений, рудопроявлений, многочисленных пунктов минерализации, ореолов и потоков рассеяния редких металлов, TR, U, Au, Th и других металлов [14, 29].

П.Г. Недашковским с соавторами [28] была предложена классификация генетических типов и рудных формаций Улканского прогиба. Авторами она значительно переработана и дополнена новыми генетическими типами и рудными формациями, что и показано в таблице. Как видно из нее, основной промышленный интерес в Улканском рудном районе представляют генетические типы проявлений редкоземельно-редкометалльных, редкометалльно-редкоземельных и редкоземельных рудных формаций щелочных метасоматитов, щелочногранитных пегматитов и связанных с ними щелочнопегматитовых фенитов, альбитизированных щелочных гранитов и вулканитов, протолитионит-кварцевых грейзенов, железомарганцевых метасоматитов и щелочных гидротермалитов. Появление в его пределах специфических проявлений уран-молибденовой, фосфор-уран-редкоземельной, фосфор-урановой и золото-кварцевой формаций, представляющих, несомненно, промышленный интерес, обусловлено тектонической активизацией и связано с этапом тектоно-метасоматической активизации на рубеже раннего и среднего рифея.

В восточной части Улканского массива гранитоидов выделяется Ныгваганский рудный узел раннепротерозойского возраста, который объединяет ураноносные иттрий-тантало-ниобиевые, бериллиевые месторождения и проявления, группирующиеся в краевой части одноименной интрузивно-купольной структуры в ряд рудных полей (рис. 3). Рудные поля этого узла генетически и парагенетически связаны с массивом щелочных гранитов и его дериватами. Ныгваганский рудный узел и составляющие его рудные поля выделяются очень высоким радиогеохимическим полем ториевой природы, на фоне которого контрастно высвечивают аномалии урановой и смешанной природы. Рудные поля Улканского рудного района, исходя из анализа их характеристик, можно разделить на пять основных типов.

1) Существенно тантал-ниобиевые с Y и U: Эталонное, Левобугундьянское, Верхнебугундьянское,

Ныгваганское, Учурское, Бириндинское, Курахандинское. Для них характерна генетическая и парагенетическая связь со щелочногранитными магматитами. В пределах каждого из рудных полей сосредоточено от 1 до 3 рудных объектов, по прогнозным ресурсам отвечающих рангу месторождений. Генетические их типы представлены щелочными метасоматитами, щелочногранитными пегматитами, альбитизированными щелочными гранитами, реже щелочными гидротермалитами и щелочнопегматитовыми фенитами.

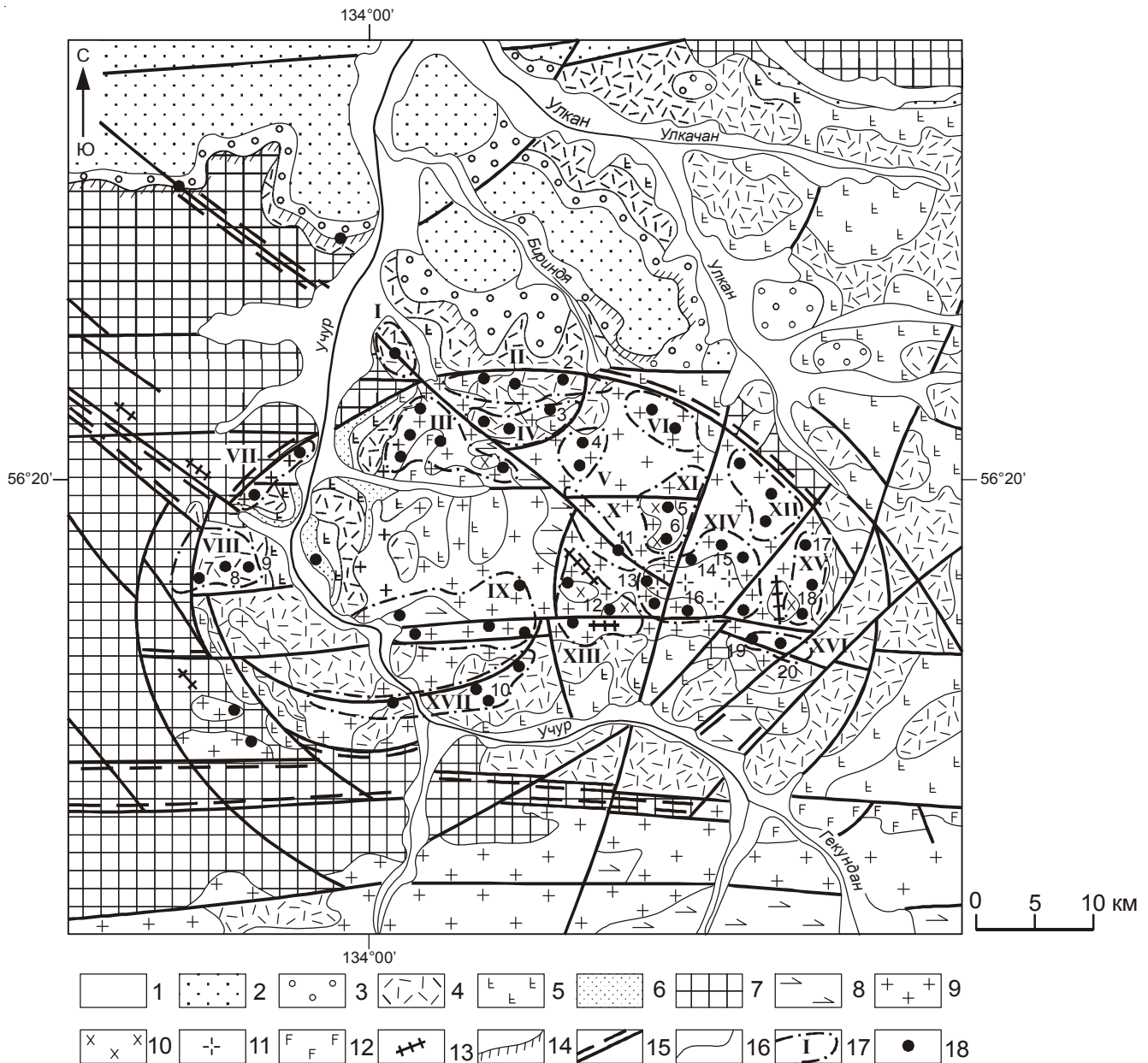
2) Редкоземельно-бериллиевые: Бугундьянское, Командное, Угловое, Верхнетопориканское, Правобириндинское, Тангуктинское. Связь с щелочными гранитами скорее парагенетическая. Сопутствующие компоненты – Nb, Y, Th иногда U, Li, Sn. Генетические типы – щелочные метасоматиты, реже щелочногранитные пегматиты и связанные с ними фениты, щелочные гидротермалиты.

3) Бериллиевые с Ta, Nb, Sn и U: Орлиное, Тарыннахское, Восточное. Нуждаются в дальнейшем изучении, неясны перспективы на глубину. Месторождения редки и преимущественно мелкие по ресурсам. Оруденение связано со щелочными метасоматитами и гидротермалитами, реже с щелочногранитными пегматитами.

4) Урановые с P, Mo, TR: Бырайынское, Южноулканское, Топориканское и Элгэтэйское. Рудоносными являются эйситы и аргиллизиты. К этому типу рудных полей близки по характеру оруденения разрозненные рудные объекты с урановой минерализацией в зонах раннерифейского структурно-стратиграфического несогласия на севере рудного района. Рудные объекты этих полей не обнаруживают видимой связи с интрузиями и локализованы вдоль зон разрывных нарушений и зон структурно-стратиграфических несогласий.

5) Золоторудные с Mo, Ag: Топорикано-Бириндинское, Южноулканское. Молибден-золоторудная минерализация выявлена в аргиллизитах, гидрослюдисто-кварцевых и адуляр-кварцевых метасоматитах тектонических структур типа надвигов. Связи ее с магматическими образованиями не установлено. Золоторудная минерализация отмечается также и в зонах структурно-стратиграфического несогласия рифейских толщ Учурской впадины и вулканитов Улканского прогиба с породами кристаллического фундамента. По времени оруденения золоторудная минерализация является более поздней, чем урановая.

Наибольший практический интерес представляют месторождения рудных полей Ныгваганского рудного узла (Ta, Nb, Y), Бугундьянского (Be, TR), Элгэтэйского (Be, U, Ta, Nb), Топориканского (U, гра-



**Рис. 2.** Схема геологического строения Улканского рудного района.

1 – четвертичные рыхлые отложения; 2–3 – уянская серия нижнего рифея, свиты: 2 – конкулинская, 3 – бириндинская; 4–6 – улканская серия нижнего протерозоя, свиты: 4 – элгэтэйская, 5 – улкачанская, 6 – топориканская; 7–8 – архейские образования кристаллического фундамента: 7 – гнейсы и кристаллические сланцы нерасчлененные, 8 – анортозиты древнеджугджурского комплекса; 9–13 – раннепротерозойские интрузии: 9–11 – гранитоиды первой (9), второй (10) и третьей (11) фаз улканского комплекса; 12–13 – габброиды гекунданского (12) и маймаканского (13) комплексов; 14 – коры выветривания; 15 – зоны разломов и связанных с ними тектонитов; 16 – геологические границы; 17 – рудные поля (I – Топориканское, II – Топорикано-Бириндинское, III – Верхнетопориканское, IV – Командное, V – Бириндинское, VI – Правобириндинское, VII – Учурское, VIII – Элгэтэйское, IX – Тангуктинское, X – Бырайынское, XI – Бугундинское, XII – Орлиное, XIII – Тарыннахское, XV – Восточное, XVI – Курахандинское, XVII – Южноулканское) и узлы (XIV – Ныгваганский); 18 – месторождения и рудопроявления: Топорикан (1), Широное – 1 (2), Бириндя (3), Пегматитовое (4), Бугундя (5), Южное (6), Красная горка (7), Элгэтэ (8), Таежное (9), Тангукта (10), Боковое (11), Гельвиновое (12), Эталон (13), Верхняя Бугундя (14), Северный Ныгваган (15), Ключ (16), Крутое (17), Извилистое (18), Неожиданное (19), Улкан (20).

Таблица. Генетические типы и рудные формации месторождений и рудопроявлений Улканского рудного района.

Рудомещающие породы	Генетические типы рудопроявлений	Структурно-геологические условия локализации оруденения	Основные рудные минералы	Рудная специализация		Рудные формации	Типовые рудопроявления (возраст в млн лет)
				Типоморфные элементы	Элементы примеси		
1	2	3	4	5	6	7	8
Субщелочные граниты и лейкограниты, кварцевые сиениты 1-ой, субщелочные лейкограниты 2-ой фаз улканского комплекса, эффузивы элгтэйской свиты	Грейзены биотит-кварцевые, мусковит-кварцевые с топазом, флюоритом	Плащевидные и линзовидные тела и штоckerки в апикальных частях и приконтактовых зонах тел субщелочных лейкогранитов 2 фазы улканского комплекса	Касситерит, вольфрамит, молибденит, магнетит, гематит, анатаз, топаз, циркон, ксенотим	Sn, W, Be, F	Mo, As, Pb, Y, Nb, Zr, Ag, P	(Sn-W) олововольфрамовая, (Sn-Be) оловобериллиевая, Th/U >7	Грейзеновое, Боковое
Субщелочные лейкограниты 1 и 2 фаз улканского комплекса	Микроклиновые пегматиты с амазонитом	Маломощные протяженные тела жильного типа в апикальных и приконтактовых зонах субщелочных лейкогранитов 2 фазы	Колумбит, монацит, циртолит, бастнезит, паризит, касситерит, шеелит, ортит, циррохлор, молибденит	Rb, Ta	Th, Pb, Y, Nb, Be	(Ta-Rb) редкометаллическая Nb/Ta ≈ 3, Th/U ≈ 7	Правая Бириндя, Верхний Топорикан
Субщелочные гранитоиды 1 и 2 фаз улканского комплекса	Щелочные граниты астрофиллит-эпирин-рибекитовые альбитизированные и гематизированные	Небольшие массивы, дайки, штоки и тела щелочных гранитоидов, изометрично-округлые и линейновытянутые в субширотном направлении в зонах сочленения субширотных дизъюнктивов с разрывными нарушениями других направлений	Циррохлор, циркон, циртолит, ксенотим, ильменорутит, рутил, магнетит, фергусонит, торит, торбернит, монацит, колумбит, ортит, поликраз, эвксенит, чевкиннит, гагаринит, гельвин	Ce, La, Y, Ta, Nb, Zr	TR, U, Th, Rb, Be, Hf, Sn, Au, F, Fe, P	(TR-Ta-Nb-Zr) редкоземельно-редкометаллическая, Th/U=0,5-5, Nb/Ta=8-12, TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> =1-6	Ныгваганский массив (1703-1676); Улкан
Фенитизированные субщелочные лейкограниты 1-2 фаз, субщелочные граниты, кварцевые сиениты 1 фазы улканского комплекса, реже вулканиты 3 фазы элгтэйского комплекса	Щелочногранитные пегматиты: а) зональные б) структурно-сложные (с брекчиевой текстурой)	Жилы и сложновыветящиеся жиллообразные, линзовидные тела полого-, реже кругопадающие преимущественно субширотного, реже северо-западного и северо-восточного простирания в приконтактовых частях тел и массивов щелочных гранитоидов и в полях фенитов и фенитизированных пород вне видимой связи с щелочными гранитоидами в зонах катаклаза и дробления	Циркон, пирохлор, колумбит, циртолит, ксенотим, торит, фергусонит, ортит, поликраз, чевкиннит, гагаринит, эвксенит, рутил	Ta, Nb, Zr	Rb, Li, U, Th, Be, Sn, Y, Yb, Hf, Ce, La	(Ta-Nb-Zr) ураноносная редкометаллическая, Nb/Ta = 4-24, TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> = 0,5-3, Th/U = 0,5-2	Верхняя Бугундя, Эталон, Ключ, Угловое, Пегматитовое (1725±70, 1728±43)
		Жилы и жиллообразные, иногда сложновыветящиеся тела в полого-, реже кругопадающих зонах дробления и катаклаза субширотного, реже северо-западного простирания, а также штоckerкоподобные тела в зонах сочленения дизъюнктивов разных направлений, преимущественно в приконтактовых частях Ныгваганского массива щелочных гранитоидов	Циркон, циртолит, пирохлор, монацит, колумбит, бастнезит, паризит, фергусонит, озанит, литисевые слюды, микролит, ортит, поликраз, чевкиннит	Zr, Nb, Ta, U, La, Ce, Y, Hf	Th, Li, Be, Yb, Ag, Sn, Gd, Lu	U-TR-Ta-Nb-Zr ураноносная редкоземельно-редкометаллическая Th/U=1-6, Nb/Ta > 20, TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> = 1-3	Эталон, Ключ, Верхняя Бугундя, Угловой





Таблица. (Продолжение).

1	2	3	4	5	6	7	8
	в) микроклиновитовые и альбит-микроклиновые кварцсодержащие с эгирином, рибекитом и биотитом	Линзовидные залежи и штокерки в зонах трещиноватости, катаклаза и дробления субширотных разломов и в узлах их пересечения с разрывами других направлений	Циркон, пироклор, колумбит, монацит, гагаринит, синхизит, апатит, ксенотим, торит, касситерит, рутил, флюорит, гематит, микролит, ильменорутил, торианит, бастнезит	Ta, Nb, Y, U (Dy, Gd, Lu)	Zr, Yb, Ce, La, Be, Hf, Th, Sn, F, P, Li, Mo, Pb, Zn, Au, Ag	(U-Y-Ta-Nb) ураносная редкоземельно-редкометаллическая, TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> =0,4,-1,2 Th/U=0,3-4 Nb/ Ta=2-15	Улкан, Неожиданное, Гельвиновое
Гранитоиды улканского комплекса, вулканы элгтэйской свиты	Редкоземельно-редкометаллические железомарганцевые метасоматиты: а) гематит (магнетит)-кварц-полевощпатовые б) кварц-хлорит-гематит-сульфидные в) гельвин-диопсид-пироксмангитовые г) флюорит-фенакит-берtrandитовые метасоматиты и гидротермалиты (кварц-берtrandит-карбонатные, флюорит-берtrandит-кварцевые, флюорит-фенакит-берtrandитовые, кварц-берtrandитовые, гидрослюдитсто-флюорит-кварцевые, гематит-флюорит-сульфидные, гематит-флюорит-кварцевые)	Маломощные непротяженные жилы, линзы и гнезда, реже штокеркоподобные тела в зонах катаклаза и дробления в полях развития щелочных метасоматитов (гематит (магнетит)-кварц-альбитовые, кварц-кварц-альбитовые, кварц-микроклиновитовые) (гематит-сульфидно-кварцевые, кварц-магнетитовые, магнетит-сульфидно-кварцевые, кварц-хлоритовые, хлоритовые) (гематит-сульфидно-кварцевые, кварц-магнетитовые, магнетит-сульфидно-кварцевые, кварц-хлоритовые, хлоритовые) (гематит-сульфидно-кварцевые, гельвин-пироксмангитовые, гельвин-пироксмангит-сфалеритовые, сфалерит-гельвин-диопсид-пироксмангитовые) Жилы, метасоматические залежи в зонах дробления и катаклаза, оперяющихся субширотные разломы, а также в узлах пересечения и сопряжения разрывов разного простирания над интрузиями щелочных гранитоидов	Фенакит, берtrandит, гентгельвин, даналит, гельвин, монацит, циртолит, пироклор, торит, колумбит, танталит Гентгельвин, берtrandит, даналит, эвклаз, сфалерит, циркон, галенит, висмутин, халькопирит, пирит Гельвин, гентгельвин, сфалерит, пироксмангит, циркон Берtrandит, фенакит, флюорит, кальцит, барит, пирит, галенит, сфалерит, гематит, магнетит	Be, (TR <sub>ce</sub> ) Be Zn, Be Be, F	Y, Ce, Nb, Ta, U, Th, Zn, Sn, F, Ag, Zr, Au, La, Zn, Li Zn, Li, Zr, F, Fe F, Zr, La, Ce, Nb Ce, Ba	(Be) бериллий-редкометаллическая редкоземельная Th/U=0,5-2 Nb/ Ta=0,1-20 TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> =0,8-4 (Be) бериллий-сульфидная (Zn-Be) цинк-бериллиевая (F-Be) флюорит-бериллиевая	Гельвиновое, Бугундя, Южное, Мал. Ныгваган Эвклазовое, Гельвиновое, Извилистое Гельвиновое, Сфалеритовое Таежное

Таблица. (Продолжение).

1	2	3	4	5	6	7	8
Субщелочные граниты и лейкограниты 1 и 2 фаз улканского комплекса, альбититы и альбитизированные гранитоиды	Эйситы: а) гематит-апатит-кварц-альбитовые	Линзовидные и жилородные тела в зонах дробления и катаклаза альбитизированных гранитов, приуроченных к контактам крутопадающих даек габбродиабазов северо-западного простирания	Фторапатит, циркон, сфен, рутил, монацит, настуран, уранофан, уранинит, сабугалит, фосфуранилит, метаторбернит, метаураноцирцит, казолит, ренардит, метасейнерит, уранотил, ксенотим, бертрандит, бастнезит	U, P	Ce, La, Lu, Zr, Nb, Pb, F, Be, Y	(P-U) фосфор-урановая, Th/U < 0,1 TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> =10-18	Боковое (1250 ± 37)
Вулканы кислого состава элгэйтской свиты	б) кварц-альбит-апатитовые	Жилородные и линзовидные тела, штокерки с гематитом в зонах разломов и узлах их сочленения среди измененных вулканитов	Браннерит, фторапатит, синхизит, бетауранотил, уранофан, ксенотим, монацит, циркон, торит, ильменорутил	TR <sub>y</sub> , P, TR <sub>ce</sub> , U	Nb, Ta, Sr, Be, F, Th, Lu, Dy, Eu, Er, Tm, Ho, Pt, Ag, Au	(P-U-TR) фосфор-уран-редкоземельная, Th/U=0,4-0,7 Nb/Ta=5 TR <sub>ce</sub> /TR <sub>y</sub> =0,7	Тангукта (1250±50, 1196±62)
Стратифицированные терригенно-вулканогенные породы Улканского прогиба и метаморфиты кристаллического фундамента	Аргиллизиты и березиты: а) серицит-гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты с каолинитом, монтмориллонитом	В зоне раннепротерозойского структурно-стратиграфического несогласия – 1) крутопадающие и гнездообразной формы; 2) пологопадающие линзовидной формы в зонах субологических тектонических срывов; 3) пологопадающие рудные тела лентообразной формы вблизи крупных разломов над зоной графитизации в фундаменте	Отенит, торбернит, метаураноцирцит, купроскородовскит, фосфуранилит, настуран, вульфенит, молибденит, галенит, сфалерит, пирротин, пирит	U, Mo	Pb, Zn, Ti, V, Co, Ni, Cu, Ag, Th, Au	(U-Mo) уран-молибденовая, Th/U=0,01	Топорикан (1236±21; 1150±50)
Коры выветривания вулканитов элгэйтской свиты Улканского прогиба и пород кристаллического фундамента	б) гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты с калишпатом, карбонатом и гематитом	Пластообразные, линзовидные, плащеобразные залежи в зоне раннерифейского структурно-стратиграфического несогласия; в разломах	Деклуазит, карнотит, ванадиевые слюды, пирит, марказит, халькопирит, галенит, герседорфит, халькозин, малахит	U, V	Au, Pb, Zn, Ag, Cu	(U-V) уран-ванадиевая, золотоносная	Ночлет, (Конкули) (1300 ± 50)
Кора выветривания субщелочных базальтов бириндинской свиты	в) адуляри-гидрослюдисто-гематитовые метасоматиты с кварц-карбонатными прожилками	Маломощные плащеобразные залежи в подошве песчаников конкулинской свиты в зонах тектонических срывов повышенной трещиноватости (зона структурно-стратиграфического несогласия)	Гематит, гетит, карнотит, ванадиевые слюды, пирит, марказит, халькопирит, галенит, герседорфит, халькозин, малахит	U	Mo, Ni, Co, V, Au, Cu, Pb, Zn, Ba	(U) ураноносная	Тала, Ночное
Кварцево-галечные конгломераты и гравелиты в базальных горизонтах бириндинской, конкулинской и гонамской свит	г) иллит-монтмориллонит-каолинитовые аргиллизиты с гематитом, хлоритом, адуляром, карбонатом	Пластовые, лентообразные, линзовидные залежи в зоне раннерифейского структурно-стратиграфического несогласия	Гематит, пирит, халькопирит, гетит, монацит, циркон, ширтолит, орденит, халькозин, молибденит, арсенопирит, золото, ванадинит, графит	U, Au	Nb, TR, Cu, Pb, Zn, Ba, Ag, Mo, Mn	(U, Au) ураноносная, золотоносная	Гарында, (Конкули)

Таблица. (Окончание).

1	2	3	4	5	6	7	8
Вулканы кислого и щелочного состава элгэйского комплекса	д) кварц-каолинит-монтмориллонит-гидрослюдастые аргиллизиты	Штокерки и жилородные линзовидные тела в зонах дробления среди вулканитов	Ферримолибит, настуран, урановые черни, вульфенит	U, Mo	Ag, Pb, As	(Mo-U) уран-молибденовая	Элгэгэ (1200±50, 1080±40)
Вулканы субщелочного кислого и щелочного составов элгэйского комплекса	е) гематит-кварц-гидрослюдастые метасоматиты и гидротермалиты	Штокеркоподобные тела и линзовидные залежи в зонах дробления среди трахиролитов, комелитов, пантеллеритов и их игнимбритов	Гематит, гетит, эвксенит, циркон, рутил	Ta, Nb, Y, Ce	Zr, U, Zr, Mo	(Ta-Nb-TR) редкометалльно-редкоземельная	Красная Горка (880±30, 988±30)
Вулканы улканской серии, гранитоиды улканского комплекса, песчаники уланской серии	ж) гидрослюдасто-кварцевые аргиллизиты с адуляр-кварцевыми и гематит-кварцевыми метасоматитами и гидротермалитами	Линейные дугообразновыгнутые, линзовидные полого-, реже кругопадающие тела в зонах дробления и катаклаза дуговых разломов, ограничивающих ВКС и ИКС	Гематит, пирит, пирротин, молибденит, золото, халькопирит, сфалерит, галенит	Au, Mo	Ag, Pb, Cu, Zr, (U), Ba	(Au-SiO <sub>2</sub> ) золото-кварцевая малосульфидная (аргиллизитовая)	Широтное, Тангукта, Пионер

фит), Бырайынского (U), Южноулканского (U, TR, Au), Топорикано-Бириндинского (Au, Ag, Mo), Курахандинского (Ta, Nb, Y, U) рудных полей. Высоки перспективы Командного (TR, U, Th, Be), Тарыннахского (Be, TR, Ta), Бириндинского (Ta, Nb, U) и Тангуктинского (TR, Be) рудных полей. Следует отметить высокую зараженность золотом (до 1–3 г/т) Тангуктинского, Верхнебугундьянского и Верхнеулканского рудных полей, а также пункты минерализации платины в щелочных метасоматитах Курахандинского рудного поля.

По ресурсам тантала и ниобия ведущее место принадлежит редкоземельно-редкометалльной рудной формации щелочных метасоматитов, щелочно-гранитных пегматитов и щелочных гранитов; далее – щелочных гидротермалитов и аргиллизитов приразломных зон [12]. В качестве сопутствующего тантал-ниобиевое оруденение отмечается в редкометалльно-редкоземельной формации железо-марганцевых метасоматитов, редкометалльных протолитионит-кварцевых грейзенах и фосфор-уран-редкометалльных эйситах. Около 50 % ресурсов и запасов Ta и Nb приходится на долю Ныгваганского рудного узла, в пределах которого пять проявлений по прогнозным ресурсам отвечают месторождениям (рис. 3).

На месторождении Верхняя Бугундя, в северной экзоконтактовой части Ныгваганского массива щелочных гранитоидов, рудоносными телами являются зональные и структурно-сложные щелочногранитные пегматиты, зоны кварц-альбитовых метасоматитов с многочисленными прожилками эгирин-рибекит-циртолит-микроклин-кварцевого состава, тела гематит-кварц-полевошпатовых метасоматитов и калишпатитов с наложенной альбитизацией, а также зоны щелочнопегматитовых фенитов в обрамлении пегматитовых тел. Тантал-ниобиевая минерализация отмечается почти во всех типах пегматитов, метасоматитов и гидротермалитов. Все перечисленные образования выполняют субширотную зону повышенной трещиноватости и катаклаза протяженностью 4 км и шириной 1.3–1.6 км, приуроченную к контакту массива щелочных гранитов с субщелочными лейкогранитами. По одному из ее пересечений (по полотну канав) установлено около 40 жил структурно-сложных щелочногранитных пегматитов мощностью от 0.2 до 12 м с содержаниями (в %) Nb от 0.1 до 0.3 (максимальное 3.0), Ta от 0.01 до 0.034 (максимальное 0.3), TR (Ce, La, Y, Yb) от 0.1 до 0.5, Li от 0.1 до 0.6, Zr до 4.4, U до 0.02; 20 жил зональных щелочногранитных пегматитов мощностью до 30 м с содержаниями (в %) Nb от 0,05 до 0.1, Ta от 0,005 до 0.02, TR (Ce, La) до 0.5, Be от 0.02 до 0.3, Li до 0.06 и серия зон кварц-

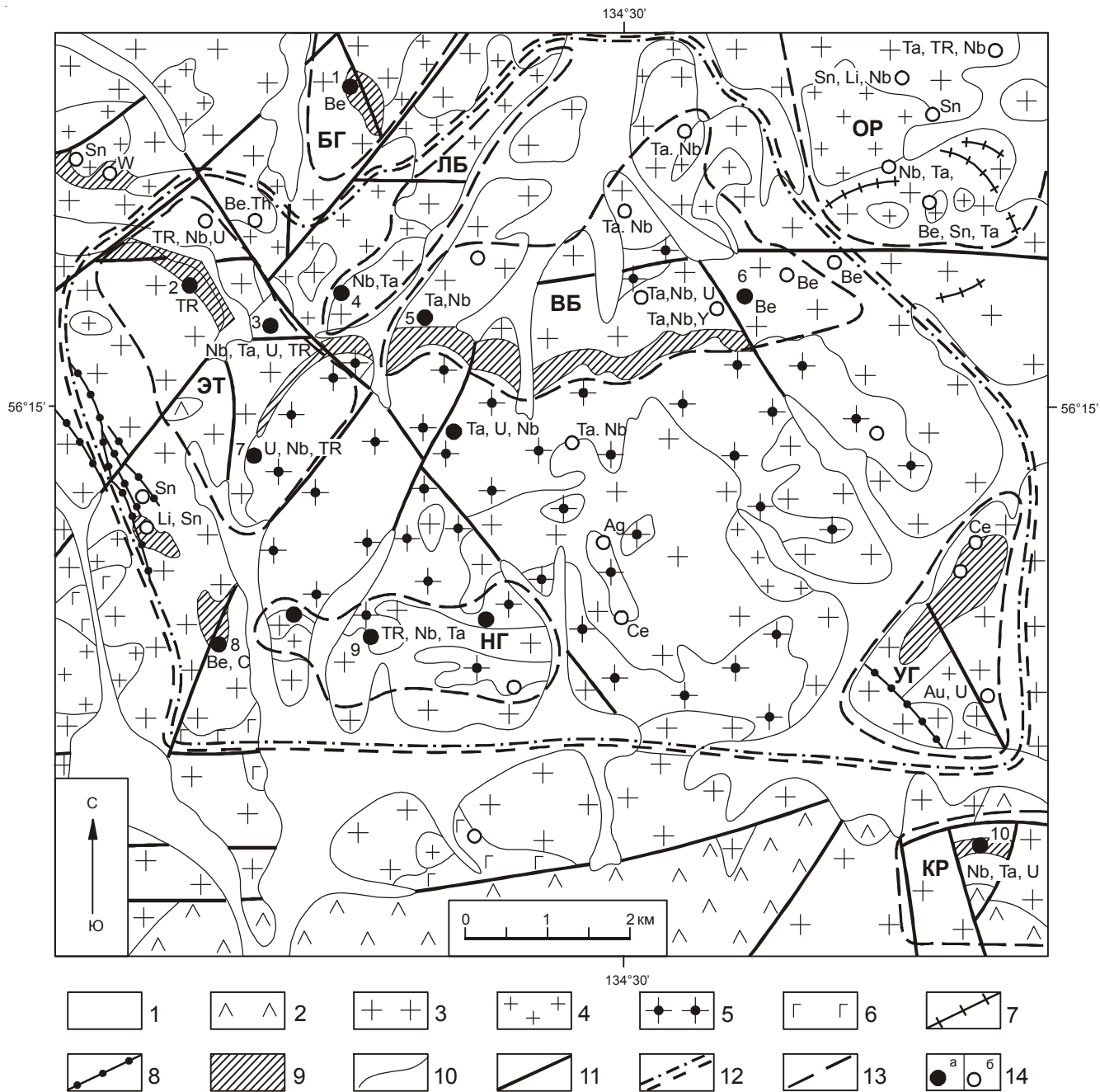


Рис. 3. Схематическая геологическая карта Ныгваганского рудного узла.

1 – четвертичные образования; 2 – вулканыты улканской серии; 3–5 – гранитоиды улканского комплекса: 3 – крупнозернистые субщелочные граниты и лейкограниты первой фазы, 4 – мелкозернистые субщелочные лейкограниты второй фазы, 5 – щелочные рибекитовые и эгирин-рибекитовые (с астробиллитом) граниты и кварцевые сиениты третьей фазы; 6 – габброиды гекунданского комплекса; 7–8 – дайки мелкозернистых субщелочных лейкогранитов улканского (7) и габброидов маймаканского (8) комплексов; 9 – поля и зоны рудоносных метасоматитов; 10 – геологические границы; 11 – разрывные нарушения; 12 – контуры Ныгваганского рудного узла; 13 – контуры рудных полей (БГ – Бугундинское, ЛБ – Левобугундинское, ВБ – Верхнебугундинское, ОР – Орлинское, ЭТ – Эталонное, НГ – Ныгваганское, УГ – Угловое, КР – Курахандинское); 14 – месторождения (а) и рудопроявления (б): Южное (1), Эталон-1 (2), Эталон-2 (3), Левая Бугундя (4), Верхняя Бугундя (5), Северный Ныгваган (6), Средний Ныгваган (7), Правый Ныгваган (8), Ключ (9), Неожиданное (10).

альбитовых метасоматитов мощностью до 15 м с концентрациями (в %) Nb 0.1, Ta 0.01, TR до 0.25, Zr до 1.68, Li до 0.2. В большинстве проб также присутствуют Au (до 0.22 г/т) и Ag (до 30 г/т). Мощность рудных интервалов с промышленными содержаниями Ta и Nb в пределах этой зоны достигают 50–60 м, реже 120 м, при протяженности рудных тел от 50 до 450–1200 м.

Аналогичного типа рудные тела с промышленными и близкими к ним содержаниями Nb, Ta, TR известны и в других местах в обрамлении Ныгваганского массива щелочных гранитоидов – на месторождениях Эталон -2, Средний Ныгваган, Ключ. Мощности рудных тел на этих объектах составляют первые десятки метров, для них также характерны высокие средние содержания Ta (0.021–0.038 %) и Nb (0.23–0.38 %). Помимо перечисленных выше компонентов в щелочногранитных пегматитах отмечаются (в %) Hf до 0.1, Rb до 0.11, Lu до 0.1–0.6, Dy до 0.1, Th до 0.14, U до 0.17.

Со щелочными метасоматитами, в краевых и апикальных частях Улканского массива, связано бедное и рядовое тантал-ниобиевое, циркониевое и редкоземельное оруденение. Примером служат рудные объекты: Неожиданное, Улкан и Крутое, имеющие при больших масштабах рудной минерализации значение промышленных месторождений. Пространственно они приурочены к зонам трещиноватости и катаклаза, оперяющим крупные разломы и узлы сочленения и образующим штокверкоподобные, столбообразные залежи [11]. Рудные зоны (420×180 м<sup>2</sup>, 390×140 м<sup>2</sup>) имеют зональное строение: в центре развиты альбититы, сменяющиеся по направлению к периферии кварц-альбитовыми и кварц-микроклин-альбитовыми метасоматитами с гастингситом и биотитом и, наконец, альбитизированными или калишпатизированными граносиенитами. Наиболее высокие содержания (в %) Ta (0.007–0.02), Nb (0.1–0.4), Zr (0.1–0.8), La, Y и Ce (0.01–0.3), Be (до 0.06), Li (до 0.6), Gd, Dy и Lu (0.006–0.03), U (0.01–0.05), Th (до 0.3), Zn (0.6), Ag (до 20 г/т), Au (до 2 г/т) связаны с кварц-микроклин-альбитовыми, кварц-альбитовыми метасоматитами. Рудные минералы образуют в них многочисленные сложноветвящиеся прерывисто-линзовидные просечки и гнезда, выполненные цирконом, монацитом, пироксеном, колумбитом, гагаринитом, синхизитом, апатитом, бастнезитом, галенитом, торитом, торианитом, ильменитом, магнетитом, рутилом, гематитом, флюоритом.

Месторождение Красная Горка расположено в зоне субширотного разлома среди гидрослюдисто-гематит-кварцевых метасоматитов по аргиллизирован-

ым щелочным вулканитам элгэтэйского комплекса (рис. 4). По данным опробования выделено тело рудоносных метасоматитов размером 340×300 м<sup>2</sup> с содержаниями (в %) Ta – 0.005–0.01, Nb – 0.05–0.1, Y – 0.06–0.1, Zr до 0.2, Ce до 0.2 и повышенными концентрациями Mo, V, As. Тантал-ниобиевое оруденение связано с гематит-эвксенитовой минерализацией [6].

В качестве сопутствующих компонентов Ta и Nb присутствуют в проявлениях редкометалльно-редкоземельной формации щелочных метасоматитов, хлорит-кварцевой и гематит-сульфидно-кварцевой формаций месторождений Южное, Бугундя, Бириндя, Извилистое, Гельвиновое. Особого внимания на месторождении бериллия Гельвиновое заслуживает танталовое оруденение в рудоносной зоне кварц-микроклин-альбитовых метасоматитов мощностью 11 м с содержаниями (в %) Ta от 0.005 до 0.053 (среднее 0.019), Ce – 0.3, La – 0.2, U – 0.011, Be – 0.01–0.6, Sn – 0.87, Zn – 0.1–3, Nb – до 0,001.

Для бериллия промышленное значение представляют редкоземельно-бериллиевые щелочные (Бугундя, Южное) [25] и железо-марганцевые (Гельвиновое) метасоматиты, в которых заключена большая часть прогнозных ресурсов и запасов; далее – редкометалльные протолитионит-кварцевые грейзены, флюорит-бериллиевые гидрослюдисто-гематит-кварцевые метасоматиты и брекчии (Таежное).

На месторождении Ве и TR Бугундя рудное тело локализовано в узле пересечения крупного северо-восточного разлома и оперяющих его трещин северо-западного направления, что и обусловило его крестообразную в плане форму (рис. 5) [19]. В пределах рудного тела и по его периферии породы брекчированы. Максимальная его протяженность на северо-восток – 440 м, на северо-запад – 330 м при мощности 10–55 м (средняя – 37), падение крутое. Площадь рудного тела – 1.72 км<sup>2</sup>. Руды представлены метасоматитами гематит-кварц-микроклин-альбитового состава. Для них характерно наличие пустот и трещин, выполненных кварцем и зернистыми массами гематит-флюорит-сульфидного состава. В метасоматитах развита мелкая неравномерная вкрапленность фенакита, гентгельвина, берилла и бертрандита, с преобладанием последнего, а также циркона, циртолита, колумбита, пироксена, монацита, ксенотима, бастнезита, торита, сфалерита, галенита, реже пирита и молибденита. Содержания ВеО колеблются от 0.006 до 1.15 %. По данным опробования, в пределах рудного тела выделяется 14 интервалов мощностью от 5 до 41.5 м со средними содержаниями ВеО 0.22 % и множество более мелких интервалов с промышленными содержаниями. Ценность этого объекта возрас-

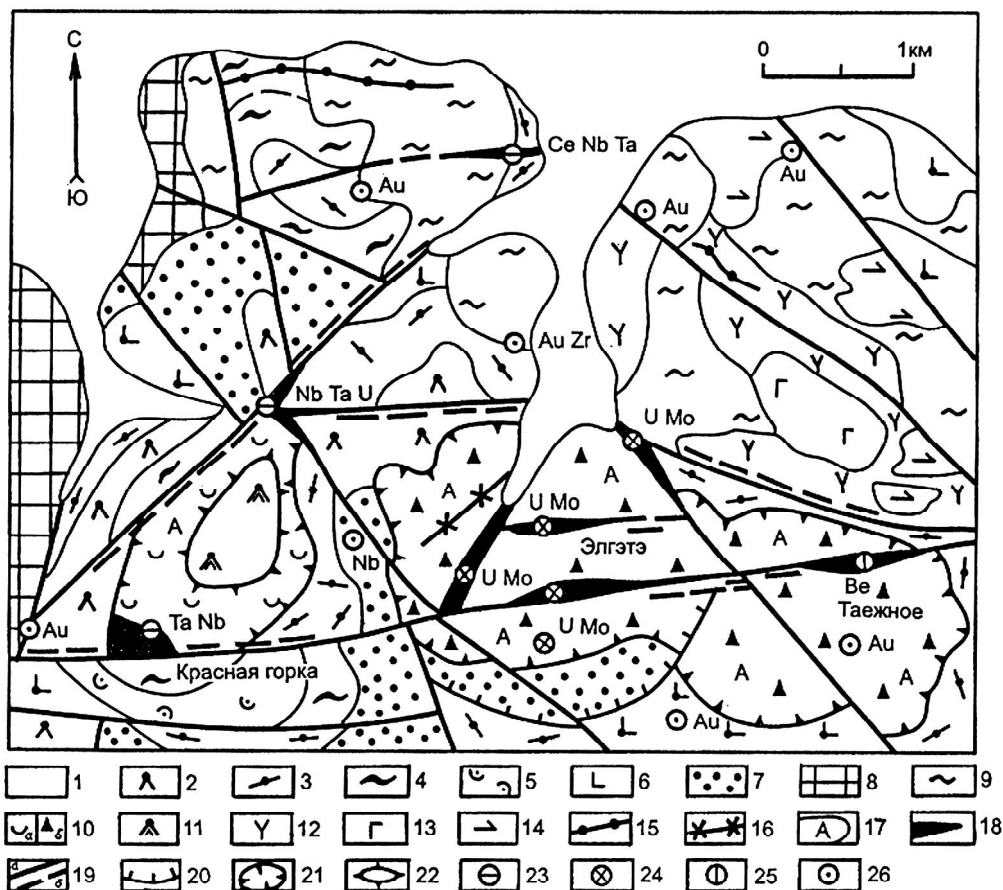


Рис. 4. Схематическая геологическая карта Элгэтэйского рудного поля (узла).

1 – четвертичные рыхлые отложения; 2–5 – вулканыты элгэтэйской свиты: трахидациты (2), трахириолиты (3), игнимбриты (4) и туфы (5) трахириолитов; 6 – трахибазальты улканчанской свиты; 7 – кварцевые песчаники топорицанской свиты; 8 – породы кристаллического фундамента нерасчлененные; 9 – субвулканические интрузии трахириолитов; 10 – игнимбриты (а) и туффизиты (б) трахириолитов жерловой фации; 11 – экструзивные щелочные трахидациты; 12 – сиениты и кварцевые сиениты улканского комплекса; 13 – габбродиабазы гекунданского комплекса; 14 – архейские анортозиты; 15–16 – дайки диабазов маймаканского (15) и комендитов элгэтэйского (16) комплексов; 17 – аргиллизиты и аргиллизированные породы; 18 – рудные тела с уран-молибденовой (U Mo), тантал-ниобиевой (Ta Nb) и флюорит-бериллиевой (Be) минерализацией; 19 – разрывные нарушения (а) и зоны расланцевания (б); 20 – надвиги; 21 – жерловины; 22 – экструзии; 23–26 – месторождения и рудопроявления: тантала и ниобия (23 – Красная Горка), урана и молибдена (24 – Элгэтэ), бериллия (25 – Таежное) и прочие мелкие проявления (26).

мощностью от 6.5 до 22 м с содержаниями (в %) Ce от 0.1 до 3.0, La от 0.1 до 1.0, Y от 0.03 до 0.4, Yb от 0.03 до 0.4, Pr до 0.091, Nd до 0.188, Sm до 0.068, Cd до 0.06, Dy до 0.084, Ho до 0.025, Er до 0.073, Tm до 0.013, Lu до 0.024, Hf до 0.064, Nb до 0.1, Th от 0.01 до 0.48. Перспективы этого месторождения очень высоки, так как в радиусе 1-2 км от него установлено несколько высокоперспективных объектов аналогичной формационной принадлежности: месторождения Южное, Западное, Левая Бириндя и девять рудопроявлений Be и TR.

Несколько обособлена (выделяется впервые) флюорит-бериллиевая рудная формация с богатыми по содержанию Be рудами, обладающая большими

ресурсами. Рудопроявление Be “Таежное”, находящееся на юго-восточном фланге Улканского прогиба, расположено в зоне влияния субширотного разлома среди вулкаников элгэтэйского комплекса (рис. 4). Рудное тело мощностью от 10 м до 150 м и протяженностью 450 м сложено гидрослюдисто-кварцевыми и гидрослюдисто-гематит-кварцевыми метасоматитами и серицит-кварцевыми брекчиями с многочисленными прожилками и жилами (до 0,4 м) флюорит-берtrandитового состава. Берtrandит цементирует обломки в брекчиях и образует густую вкрапленность в метасоматитах. Цемент брекчий и прожилки имеют также кварц-флюоритовый, гидрослюдисто-флюоритовый, сфалерит-карбонатный, магнетитовый и пирит-

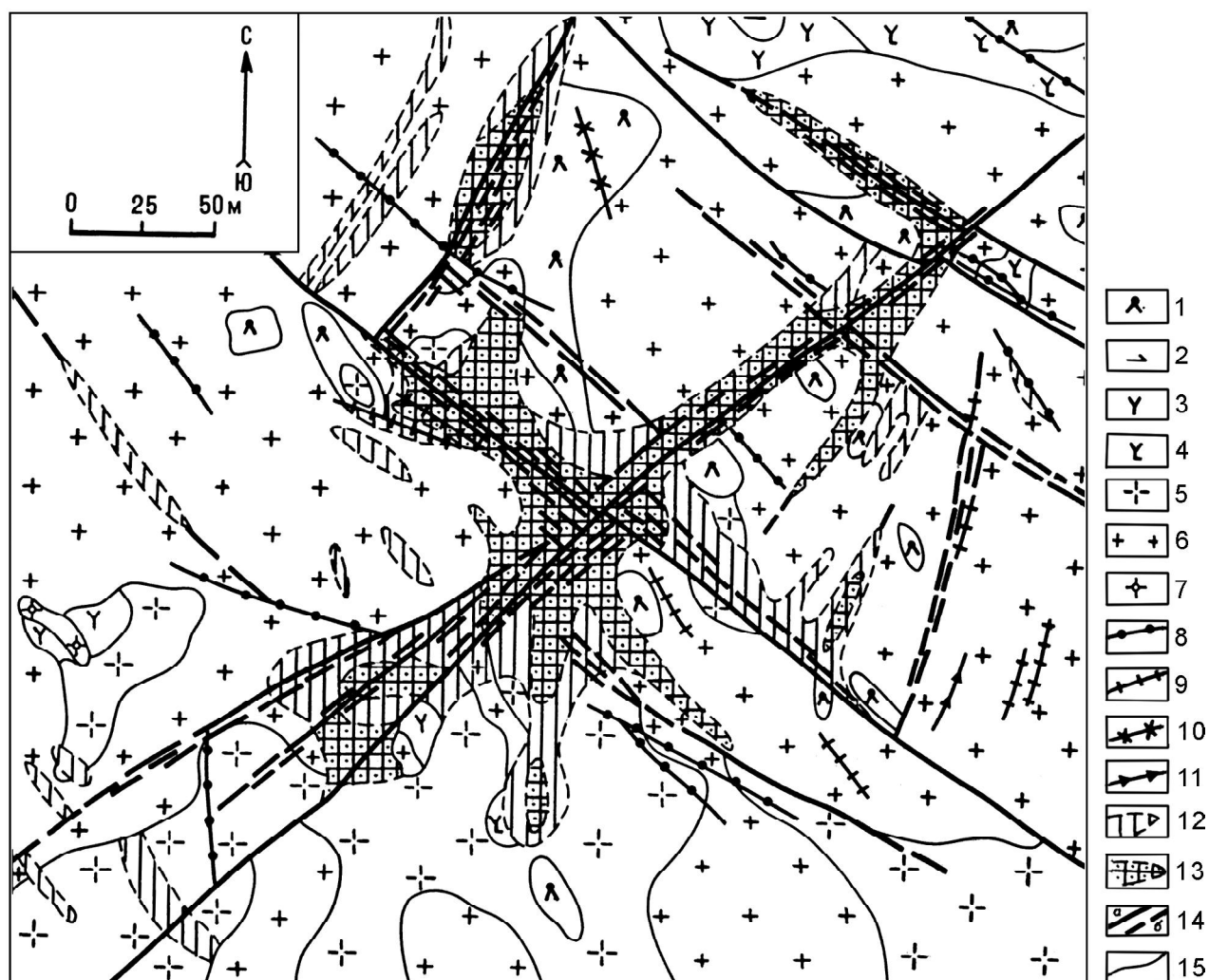


Рис. 5. Схематическая геологическая карта месторождения Be и TR Бугундя.

1 – трахириодациты элгэтэйской свиты; 2 – анортозиты древнеджугджурского комплекса; 3–7 – раннепротерозойские гранитоиды улканского комплекса: сиениты (3), кварцевые сиениты (4), крупнозернистые (5) и мелкозернистые (6) субщелочные лейкограниты, щелочные граниты (7); 8–9 – дайки комендитов элгэтэйского (8) и гранит-порфиров улканского (9) комплексов; 10–11 – жилы щелочногранитных пегматитов (10) и щелочных гидротермалитов (11); 12 – альбитовые и кварц-альбитовые метасоматиты с редкоземельной минерализацией; 13 – редкоземельно-бериллиевоносные альбитовые и кварц-альбитовые метасоматиты с бертрандитом, просечками и гнездами сульфидов, гематита и флюорита; 14 – разрывные нарушения (а) и зоны брекчирования, катаклаза (б); 15 – геологические границы.

гематитовый состав. Концентрации Be в метасоматитах – от 0,1 до 1 %.

В качестве ведущего компонента Be встречается совместно с Sn в редкометалльных биотит-(мусковит)-кварцевых грейзенах, но концентрации его и ресурсы здесь невелики. В качестве сопутствующего компонента Be присутствует также в редкоземельно-редкометалльных щелочных гидротермалитах, щелочногранитных пегматитах и фенитах, реже в альбитизированных щелочных вулканитах.

*Редкие земли* в промышленных концентрациях присутствуют во всех генетических типах рудопроявлений с тантал-ниобиевым и бериллиевым оруденением. В большинстве случаев они выступают как сопутствующие компоненты. Руды таких объектов преимущественно комплексные. По прогнозным ресурсам редких земель ведущее место принадлежит редкометалльно-редкоземельным щелочным метасоматитам. Несмотря на невысокие средние концентрации в них TR (0,3 %) рудные объекты относятся, как правило, к разряду крупных месторождений. В качестве сопут-

ствующих компонентов в проявлениях этой рудной формации характерно присутствие Th и U. Ведущую роль TR играют в щелочнопегматитовых фенитах и щелочных гидротермалитах, где их содержания достигают 3–4 %. В щелочных гранитах концентрации TR обычно невелики (до 0,1 %). Наиболее высокие их содержания отмечаются, как и большинства редких металлов, в альбитизированных и гематитизированных щелочных гранитах. Преобладают в них в основном редкие земли цериевой группы. Также представляет промышленный интерес фосфор-уран-редкоземельное оруденение в эйситах. На месторождении “Тангукта” (рис. 6), наряду с промышленными содержаниями U и  $P_2O_5$  (до 8 %) в метасоматическом теле эйситов установлены высокие концентрации Y, Yb, Dy, Ce, La, Nd, Gd и близкие к промышленным Eu, Er, Lu, Ho, Tm, Sm и Pr. Сопутствующие компоненты представлены Nb, Ta (до 0,022 %), Zr, Sr, F, Ag (до 400 г/т). По прогнозным ресурсам этот объект отвечает рангу крупного комплексного уран-редкоземельного месторождения с богатыми и рядовыми рудами.

Принципиально новым для Улканского прогиба является открытие редкометалльно-редкоземельной минерализации в субвулканических и экструзивно-жерловых щелочных вулканиках завершающей фазы элгэтэйского комплекса. Тела рудоносных щелочных вулкаников наиболее часто встречаются в пределах вулканско-купольных, реже интрузивно-купольных структур. Вулканики преимущественно альбитизированы и неравномерно гематитизированы; содержания TR, Nb, Th, иногда U достигают промышленных значений. В них отмечаются повышенные концентрации Be, Li, Zr, Sn, реже Ta. Наличие такого типа минерализации в щелочных вулканиках прогиба, вплоть до настоящего времени, еще слабо изученной, позволяет сделать вывод, что в этом районе рудоносны не только гипабиссальные сложные интрузии улканских щелочных гранитов завершающей фазы внедрения, но и приповерхностные субвулканические и экструзивно-жерловые образования заключительной фазы элгэтэйского вулканизма. Известно, что на плато Джос в Северной Нигерии субвулканические интрузии, помимо оловянной, характеризуются богатой тантал-ниобиевой минерализацией [30]. Наличие щелочных вулкаников свидетельствует о возможном нахождении в пространственной близости с ними рудоносных щелочных гранитов, не вскрытых эрозией на дневной поверхности.

По ресурсам урана ведущее место принадлежит фосфор-урановым, фосфор-уран-редкоземельным эйситах и уран-молибденовым, уран-ванадиевым ар-

гиллизитам зон несогласия. Урановорудные эйситы распространены в узлах пересечения северо-западных и субширотных разломов как среди вулкаников южной части Улканского прогиба (Тангукта), так и в центральной его части, среди гранитоидов Улканского массива (Боковое). На месторождении Тангукта урановорудные кварц-альбит-апатитовые метасоматиты слагают столбообразное тело размером 150×200 м (рис. 6) [21]. Урановые минералы представлены браннеритом, бетауранотилом, уранофаном и синхезитом. На месторождении Боковое урановорудные гематит-апатит-кварц-альбитовые метасоматиты приурочены к зоне крупного северо-западного разлома, которая трассируется дайками раннепротерозойских габброидов маймаканского комплекса [10]. Месторождение представлено четырьмя рудоносными зонами. Наиболее высокие концентрации U (более 0.1 %) установлены в рудном теле центральной части месторождения (рис. 7). Рудное тело линзовидной в плане формы протяженностью 275 м и мощностью до 25–30 м, в раздувах до 70 м, круто (75°) падает на северо-восток. Урановые минералы многочисленны, куда входят настуран, уранинит и большая группа вторичных минералов.

Важнейшая черта урановой металлогении аргиллизитов характеризуемого района – это этажность размещения оруденения при концентрации урановорудных объектов – месторождений типа “несогласия” – на двух уровнях. Зоны “несогласия” проявились в этом регионе в виде мощных площадных древних кор выветривания, перекрытых горизонтально залегающими кварцевыми песчаниками базальной в разрезе Улканского прогиба топориканской свиты и базальных кварцевых конгломератов уянской серии Учурской впадины [18].

Месторождения типа “несогласия” предтопориканского уровня – это группа уран-молибденовых и молибден-урановых рудных объектов в западной части Улканского прогиба (рис. 3), характерной особенностью которых является приуроченность к поверхности регионального несогласия между графитистым архейским складчатый фундаментом и позднекарельской осадочно-вулканогенной толщей улканской серии одноименного прогиба [7, 29]. Месторождение Топорикан обладает всеми особенностями геологического строения, характерными для месторождений типа “несогласия” (рис. 8). Положение рудных залежей здесь контролируется двумя крупными тектоническими единицами: крутопадающей зоной тектонических нарушений северо-западного простирания и пологозалегающей поверхностью несогласия, разделяющей породы фундамента и позднекарельского ав-



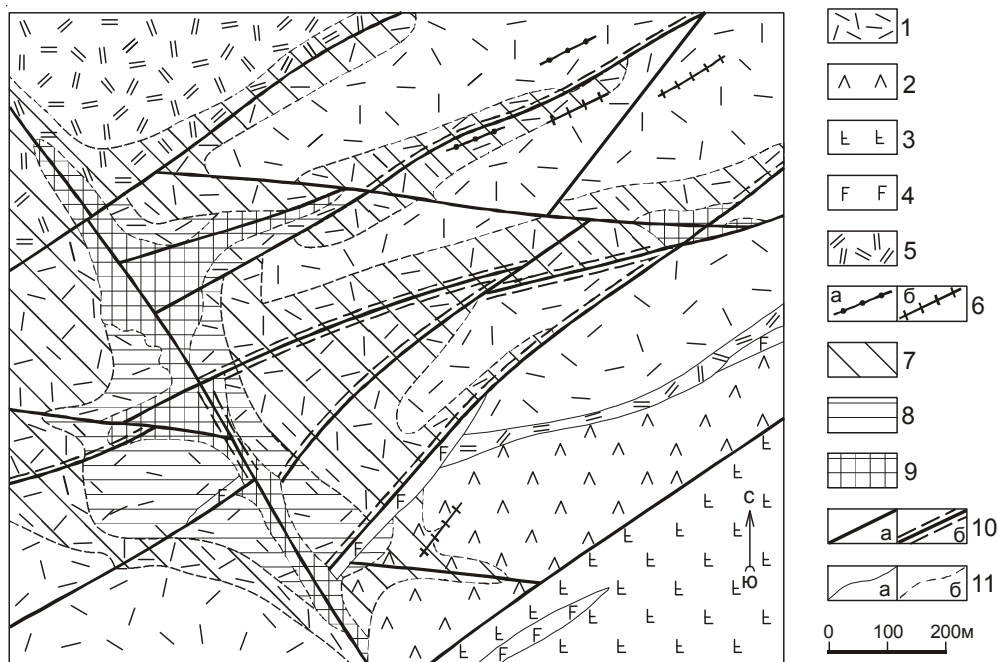


Рис. 6. Генерализованный геологический план месторождения U и TR Тангукта.

1–2 – элгэтэйская свита: трахириолиты (1) и трахидациты (2); 3 – трахибазальты улкачанской свиты; 4 – габбродиабазы маймаканского комплекса; 5 – субвулканические трахириолиты элгэтэйского комплекса; 6 – дайки трахириолитов элгэтэйского (а) и диабазов маймаканского (б) комплексов; 7 – аргиллизиты и аргиллизированные породы; 8–9 – рудоносные эйситы и эйситизированные породы: апатит-кварц-хлорит-альбитовые (8) и гематит-кварц-альбит-апатитовые (9); 10 – разрывные нарушения (а) и зоны катаклаза и брекчирования (б), 11 – контуры геологических тел (а) и зон метасоматитов (б).

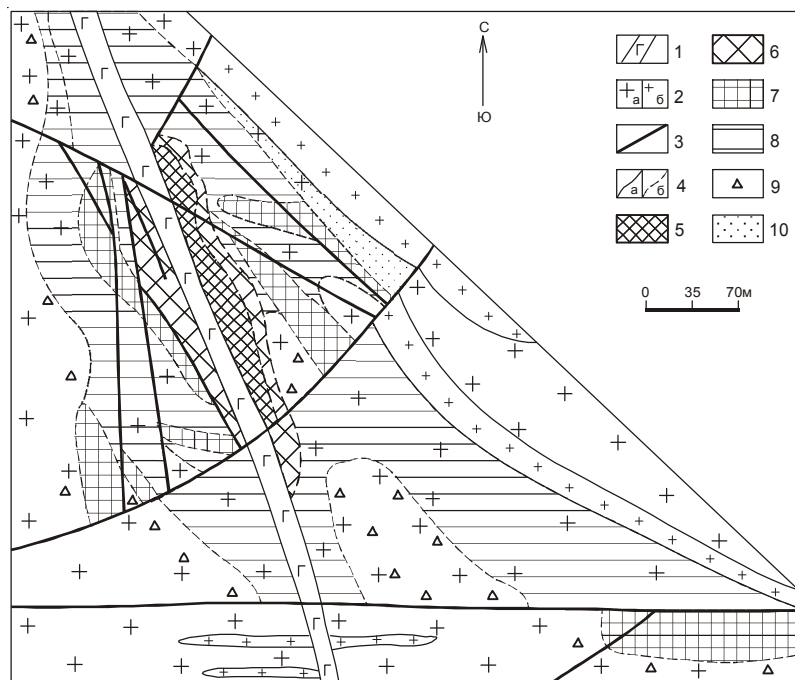
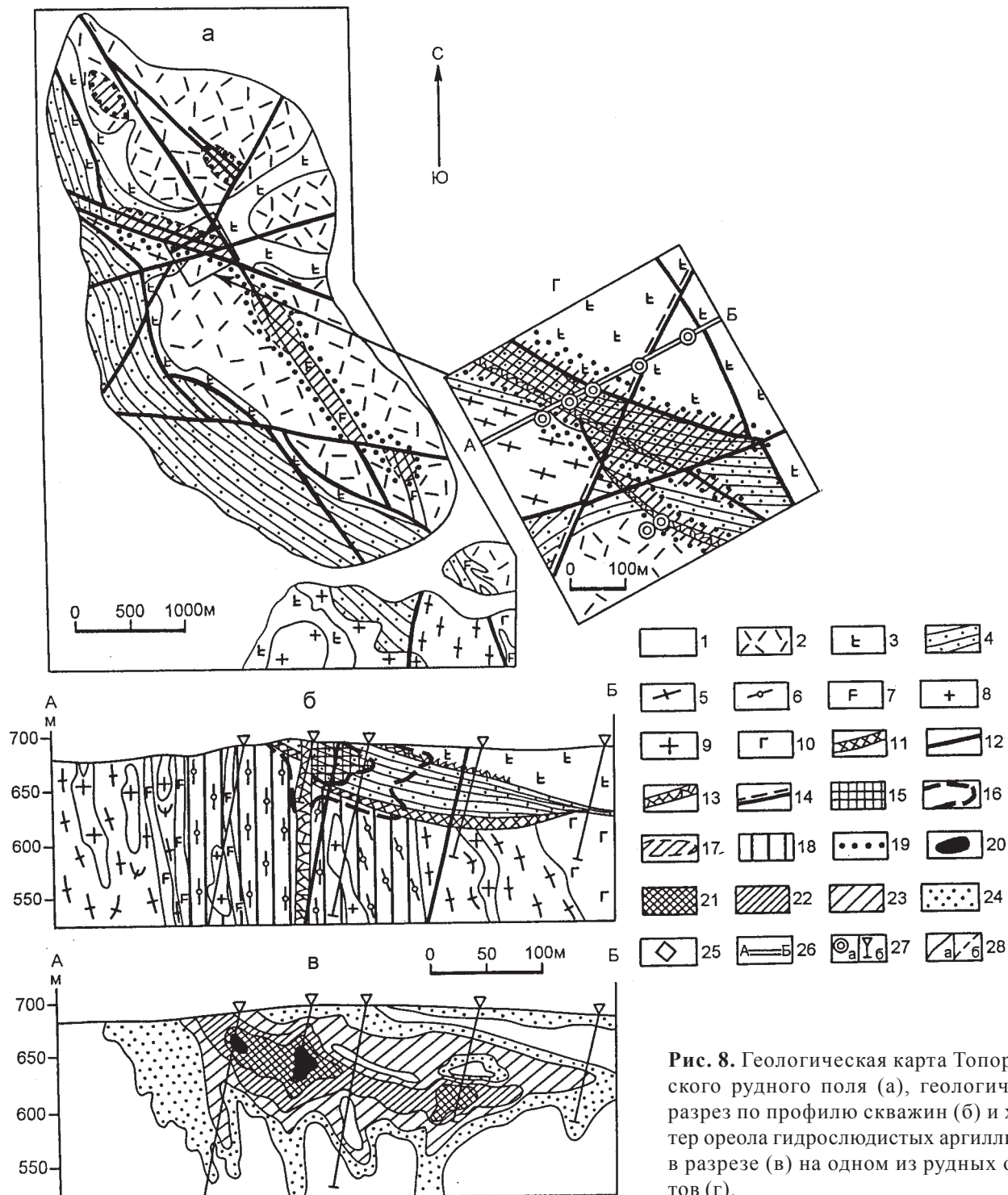


Рис. 7. Генерализованный геологический план месторождения U Боковое.

1 – дайки габбродиабазов маймаканского комплекса; 2 – субщелочные лейкограниты улканского комплекса: а – крупнозернистые (I фаза) и б – мелкозернистые (II фаза); 3 – разрывные нарушения; 4 – границы геологических тел (а) и зон метасоматитов (б); 5–8 – рудные тела и зоны: эйситы урановорудные апатит-альбитовые (5) и кварц-альбитовые с апатитом (6), альбитовые метасоматиты (7) и альбитизированные породы (8) с бериллий-редкоземельной минерализацией; 9–10 – граниты калишпатизированные (9) и грейзенизированные (10).



**Рис. 8.** Геологическая карта Топориканского рудного поля (а), геологический разрез по профилю скважин (б) и характер ореола гидрослюдистых аргиллизитов в разрезе (в) на одном из рудных объектов (г).

1 – четвертичные рыхлые образования (на плане); 2 – трахидациты и трахириолиты элгэтэйской свиты; 3 – трахибазальты улкачанской свиты; 4 – кварцевые песчаники топориканской свиты; 5–6 – архейские гнейсы биотитовые (5), графит-биотитовые и гранат-графит-биотитовые (6); 7 – габбродиабазы маймаканского комплекса (дайки); 8 – субщелочные граниты Улканского комплекса; 9 – 10 – архейские гранито-гнейсы (9) и метагаббро (10); 11 – коры выветривания; 12 – 14 – разрывные нарушения (12), зоны дробления и брекчирования (13), зоны трещиноватости (14); 15–16 – рудная залежь (15) и ореол оруденения на разрезе (16); 17 – ураноносные зоны (только на плане (а) и (г)); 18 – ореол графитизации (на разрезе (б)); 19 – зоны аргиллизированных изменений (на плане); 20–24 – ореолы аргиллизации (на разрезе в), с градацией по количеству новообразованных минералов в породе: 20 – более 90%, 21 – 80–90 %, 22 – 60–80 %, 23 – 40–60 %, 24 – 20–40 %, 25 – участок деталлизации (г) и его контуры на плане; 26 – линия разреза; 27 – буровые скважины: а – на плане, б – на разрезе; 28 – геологические границы (а) и контуры рудоносных зон на плане (б).

лакогенного (рифтогенного) комплекса Улканского прогиба. Урановое оруденение концентрируется в верхней части крутопадающей зоны трещиноватости и брекчирования и проникает в осадочно-вулканогенные толщи рифтогенной структуры. При значительных запасах U и Mo месторождение еще не полностью оконтурено на флангах и слабо разведано на глубину, что еще больше повышает промышленную значимость.

Месторождения типа “несогласия” преуранского уровня – это разрозненные рудные объекты U, V, реже Au в аргиллизитах, приуроченные к зоне структурно-стратиграфического несогласия между раннепротерозойскими вулканитами Улканского прогиба и раннерифейским платформенным чехлом Учурской впадины [6, 8, 18]. В основании вулканогенно-терригенной толщи уянской серии на литифицированных корках выветривания пород фундамента и Улканского прогиба залегают конгломераты с их гальками и валунами. Разрывная тектоника проявлена системами северо-западных нарушений, с которыми и связаны рудные залежи рудопроявлений. Пространственное положение рудных залежей определяется областью сопряжения зон северо-западных нарушений с поверхностью преуранского несогласия. Урановое оруденение по системам трещиноватости проникает в нижнерифейские толщи Учурской впадины, концентрируясь также в зонах локальных несогласий на границе бириндинской и конкулинской свит (Тала, Правобириндинское). Данные рудопроявления U, V, Au, Pb, Mo, Ba эпигенетичны по отношению к вмещающим породам и, несмотря на разное положение этого типа оруденения в разрезе стратифицируемых толщ района, одновозрастные (1300–1150 млн лет). Рудные залежи чаще всего имеют форму уплощенных стратиформных штокверков и тесно связаны с региональными разломами и определенными литофациями фундамента, среди которых часты графитистые разности пород. Подобного типа месторождения U в зонах “несогласия” открыты в Канаде и Австралии, где ведется их обработка [23].

Промышленные концентрации U отмечаются в проявлениях редкометалльных и редкоземельно-редкометалльных формаций, в которых основными компонентами являются Ta, Nb, Y, а U выступает в качестве сопутствующего. В них, как правило, отсутствуют собственные минералы урана, его концентрации на уровне бедных и убогих руд связаны в основном с пироксеном, цирколитом, ксенотимом, монацитом, фергусонитом и другими редкоземельными и редкометалльными минералами. В связи с изложенным выше, эти рудные формации выделяются в каче-

стве ураноносных. Ураноносные щелочные метасоматиты, связанные с локальными проявлениями щелочного постмагматического метасоматоза в зонах крупных тектонических разрывов, характеризуются значительными площадными параметрами (0,05–0,07 км<sup>2</sup>) и концентрациями U от 0,01 до 0,05 % (Неожиданное, Улкан). По прогнозным ресурсам U они отвечают мелким и средним месторождениям. За рубежом ураноносные альбититы проявлены широко и имеют значительные запасы при невысоких его содержаниях, а в Бразилии и Индии составляют основу сырьевой базы урана [23]. Ураноносные щелочногранитные пегматиты характеризуются обычно спорадическим оруденением и невыдержанными содержаниями U (от 0,001 до 0,1257 %). Практический интерес могут представлять рой пегматитовых тел вокруг Ныгваганского массива щелочных гранитов вследствие их многочисленности. В альбитизированных щелочных астрофиллит-эгирин-рибекитовых гранитах Ныгваганского массива с повышенными содержаниями пироксена и колумбита, “средние” содержания U на отдельных участках достигают 0,017 %. Повышенные концентрации U (до 0,015 %) также установлены в альбитизированных экструживно-жерловых щелочных вулканитах. Древние уран-золотоносные конгломераты, высокоперспективные на U и Au в Канаде (район Эллиот-Лейк), ЮАР (район Витватерсранд) и Бразилии, здесь остались малоизученными, хотя их перспективы оцениваются довольно высоко [13].

Повышенные содержания *золота* отмечаются на большинстве редкометалльных рудопроявлений Улканского района, но промышленных концентраций и параметров на них не установлено. Практический интерес представляют проявления золото-кварцевой формации в аргиллизитах тектонических структур типа надвигов (Широтное-1, Тангукта). Золотоносности этого района и характеристике Топорикано-Бириндинского золоторудного поля посвящен ряд работ [15, 18], особенности строения последнего иллюстрирует рис 9.

Из прочих металлов заслуживает внимания *литий*, особенно литиевая минерализация в редкометалльных протолигнит-кварцевых грейзенах. На рудопроявлении “Слюдяное” выделяется ареал грейзенизированных гранитов и грейзенов площадью 0,5 км<sup>2</sup>, с содержаниями (в %) Li<sub>2</sub>O – 0,4–3,96, Zn – 0,4, Be от 0,006 до 0,025, Pb – 0,2, Se – 0,2 %, Ag до 10 г/т. В бериллиеносных щелочных метасоматитах (Бугундя) содержания Li достигают 0,3 %. В количестве 0,6 % Li встречается в жилах ураноносных редкометалльных щелочногранитных пегматитов (Верх.

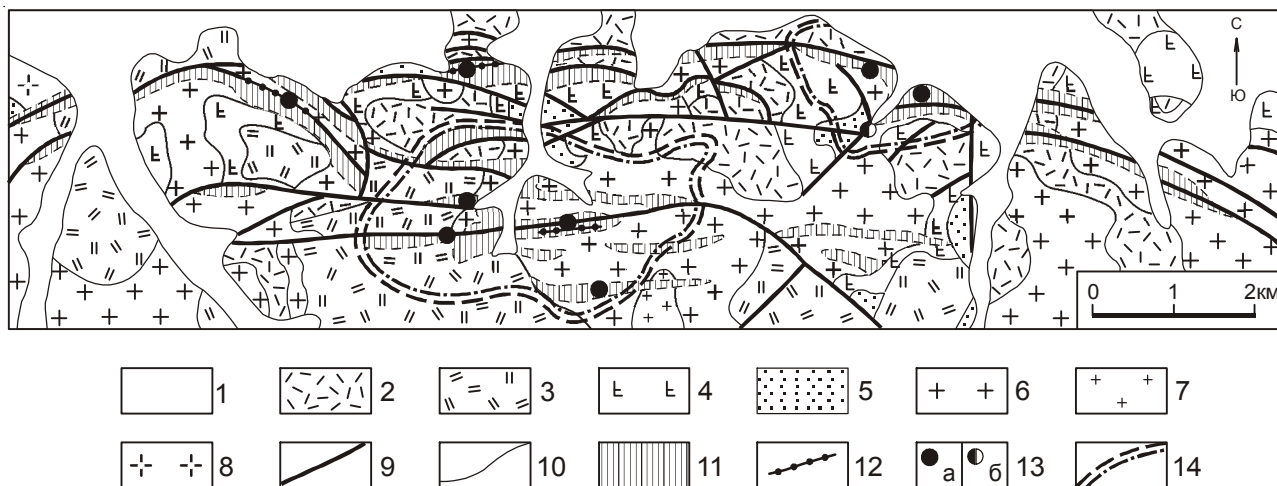


Рис. 9. Схема геологического строения Топорикано-Бириндинского золоторудного поля.

1 – четвертичные рыхлые отложения; 2–3 – трахириолиты, трахириодациты и их игнимбриты элгэтэйского комплекса покровной (2), субвулканической и экструзивно-жерловой (3) фаций; 4 – трахибазальты улканской свиты; 5 – кварцевые песчаники топориканской свиты; 6–7 – гранитоиды субщелочные улканского комплекса: граниты и сиениты первой фазы (6) и лейкограниты второй фазы (7); 8 – архейские гранито-гнейсы; 9 – разрывные нарушения; 10 – геологические границы; 11 – зоны и тела гидротермально-метасоматических пород с установленной золотоносностью; 12 – золотоносные кварцевые брекчии и жилы; 13 – рудопроявления и месторождения золота и серебра (а), рудопроявления урана (б); 14 – литогеохимические ореолы рассеяния золота с содержаниями 1 и 5 г/т.

Бугундя). Повышенными содержаниями Li (до 0,03 %) характеризуются эгириновые щелочные граниты Ныгваганского массива. На контакте с вмещающими их гранитами его концентрация возрастает до 0,2 % (Ключ). Прогнозные ресурсы Li в пределах Улканского массива гранитоидов велики, но, к сожалению, его изучению уделялось мало внимания. На отдельных объектах, помимо протолигнитов, присутствует лепидолит [26].

*Олово-вольфрамовая* рудная формация в грейзенах, несмотря на промышленные содержания Sn (до 1–3 %) и W (до 0,5 %), не представляет промышленного интереса в виду малых параметров рудных тел. *Молибден и торий* могут быть вовлечены в отработку и добычу как сопутствующие компоненты, самостоятельного значения они не имеют.

Особо следует отметить месторождение *графита* на рудном объекте Топорикан. Здесь ниже подошвы песчаников топориканской свиты в породах кристаллического фундамента, по данным бурения, установлена зона, обогащенная графитом (более 15 %), протяженностью 500 м, шириной 300 м и глубиной до 200 м [6]. В ее пределах находятся линзовидные и пластовые тела с содержанием графита от 60 до 95 %. По прогнозным ресурсам эта зона отвечает рангу крупного месторождения.

#### МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ЭПОХИ

Своеобразие металлогении Улканского рудного района определяется пространственным совмещением двух разных металлогенических эпох: позднекарельской (1720–1670 млн лет) редкоземельно-редкометалльной и среднерифейской (1300–1150 млн лет) урановорудно-золоторудной [4, 16].

Образование наиболее крупных рудных концентраций редких металлов и редких земель связано с раннепротерозойской (позднекарельской) эпохой развития региона, выразившейся в заложении и становлении Улканского вулканогенного прогиба как структуры рифтогенного типа [17, 18]. Наиболее практически интересной редкоземельно-редкометалльной рудной нагрузкой характеризуется заключительная стадия рифтогенеза. Для нее характерно большое разнообразие генетических типов проявлений и месторождений редких металлов и редких земель, пространственно и генетически связанных с щелочными гранитоидами улканского комплекса, экструзивно-жерловыми и субвулканическими щелочными интрузиями заключительной фазы элгэтэйского вулканизма. Эта связь подтверждается пространственной приуроченностью оруденения к интрузиям щелочных пород и близостью их абсолютных возрастов. Редкоземельно-редкометалльное рудообразование проявлено не только на площади Улканского массива гранитоид-

дов, как это считалось ранее, но и во вмещающих его вулканитах улканской серии, а также в породах кристаллического фундамента. Ведущими компонентами для этой эпохи, определяющими промышленную их значимость, являются Ta, Nb, Be, TR (Ce, La, Y), Li, Zr; сопутствующими элементами – U, Th, Hf, Sn, W, P, F, Yb, Gd, Dy, Ho, Sm, Nd, Eu, Er, Tm, Pr. Кроме того, рудоносны материнские щелочные граниты и щелочные вулканиты. К этой эпохе принадлежат также многочисленные проявления Sn, W, Rb, пространственно приуроченные к субщелочным лейкогранитам, грейzenам и амазонит-микроклиновым пегматитам второй фазы улканского комплекса. Характерной чертой этой металлогенической эпохи является комплексность руд. В зависимости от преобладания в них тех или иных компонентов выделяются существенно тантало-ниобиевые, редкоземельные, бериллиевые, литиевые, редкоземельно-редкометалльные, редкометалльно-редкоземельные руды, являющиеся в ряде случаев ураноносными или ториеносными. Эндогенное оруденение раннепротерозойского этапа локализуется в виде зон и полей субширотного, северо-западного и субмеридионального простирания, которые пространственно совпадают с зонами разрывных нарушений глубокого заложения, определяющих структурное и тектоническое положение прогиба. Рудовмещающими в пределах рудных полей являются в большинстве случаев зоны трещиноватости и дробления, оперяющие выше отмеченные дизъюнктивы, а также узлы их сочленения. Такой характер локализации редкоземельно-редкометалльного оруденения наиболее отчетливо проявлен в зоне влияния субширотных глубинных разломов.

Отложения рудных концентраций U, Au, P, Mo и переотложение в ряде случаев Ta, Nb, TR и Be обусловлены тектонической активизацией, произошедшей на рубеже раннего и среднего рифея, и связаны с этапом тектоно-метасоматической активизации на юго-востоке Сибирской платформы. Для среднерифейской металлогенической эпохи этого региона наиболее характерными компонентами являются U, Au, Mo, Ag, V и Ba. На отдельных проявлениях и месторождениях (Тангукта, Красная Горка, Боковое) процессы эйситизации, аргиллизации и гематит-гидрослюдисто-кварцевого метасоматоза привели к образованию промышленных концентраций Ta, Nb, TR и Be. Особенностью этой эпохи является то, что рудные тела не обнаруживают связи с интрузиями и локализованы вдоль зон долгоживущих глубинных разломов. Главными рудоконтролирующими структурами среднерифейского оруденения являются зоны разломов северо-западного, реже субширотного простирания.

Оруденение локализовано в различных системах разрывных нарушений, оперяющих и структурно связанных с главными рудоконтролирующими разломами. Наиболее ранние фосфор-урановое (Боковое) и молибден-урановое (Топорикан) оруденения (в последовательном генетическом ряду рудных формаций) тяготеют, в основном, к зонам северо-западных разрывных нарушений; более поздняя золото-кварцевая минерализация (Широтное) – к субширотным пологопадающим разломам типа надвигов и зонам дробления. Уран-золотоносные структуры в зонах тектонических дислокаций (надвигов) локализованы не только в осадочно-вулканогенном комплексе позднего карелия Улканского прогиба, но и в терригенных толщах нижнего рифея Учурской впадины [6, 16]. Самостоятельное значение для этой металлогенической эпохи имеют также рудоносные зоны, приуроченные к пологозалегающим тектоническим срывам, в которых без видимой связи с каким-либо магматизмом проявлены метасоматические преобразования. Западнее от этого рудного района в них установлены промышленные и близкие к ним концентрации Ba, V, U, Au (Конкули, Адаргай). В процессе тектонической активизации структур Улканского прогиба и Учурской впадины наиболее благоприятными для отложений золота и урана оказались коры выветривания и перекрывающие их базальные горизонты терригенных толщ позднего карелия (топориканская свита) и раннего рифея (уянская серия). Для них характерно наличие проявлений и месторождений уран-молибденовой, уран-ванадиевой формаций типа “несогласия”, приуроченных к зонам предтопориканского и предбириндинского структурно-стратиграфических несогласий. Эта эпоха является урановорудной и золоторудной, так как U и Au образуют собственные месторождения.

В структурном отношении ареалы развития оруденения этих двух эпох занимают разное положение и приурочены к тектоническим элементам разного направления. Их формирование протекало в различных геодинамических обстановках, что и нашло отражение в характере локализации разновозрастного оруденения Улканского рудного района. Позднекарельская редкоземельно-редкометалльная металлогения, определившая основной рудный профиль Улканского прогиба, проявилась неравномерно и в основном в пределах одноименного массива гранитоидов и обрамляющих его вулканотектонических структур. Пространственное положение рудных полей этого возраста увязывается с общим структурным планом Улканского прогиба и особенно одноименного гранитоидного плутона. Среднерифейское оруденение (U,

Au, P, Mo и TR) наиболее масштабно проявились в периферических частях рудного района за пределами Улканского массива гранитоидов, в меньшей степени – в его центральной и краевых частях. Рудные поля приурочены к сквозным северо-западным разломам и узлам их сочленения с нарушениями других направлений и занимают в основном секущее положение по отношению к структурам Улканского прогиба и Учурской впадины. В эту эпоху на ряде рудных объектов (Боковое, Широтное, Бириндя) произошло пространственное совмещение уранового оруденения в эйситах и аргиллизитах, а также золотого в аргиллизитах с позднекарельским редкоземельно-редкометалльным оруденением в щелочных метасоматитах.

#### ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ

В процессе анализа и обобщения материалов по полезным ископаемым Улканского рудного района установлены главные закономерности (факторы) в локализации оруденения разных генетических типов, на некоторых из них необходимо остановиться в этой работе.

*Магматические факторы.* Рудные формации редкоземельно-редкометалльных щелочных гранитов и щелочных вулканитов относятся к магматическому генетическому типу. Их появление обусловлено непосредственно процессами становления массивов и тел щелочных гранитоидов и формирования генетически родственных с ними субвулканических, экстрозивно-жерловых интрузий комендитов, пантеллеритов и их игнимбринов, автомагматических, жерловых брекчий и даек щелочных вулканитов заключительных фаз внедрения улканского и элгэтэйского магматизма и связано с проявлением высоко- и среднетемпературного щелочного метасоматоза в эндо- и экзоконтактных частях щелочных интрузий, а также в их надинтрузивных зонах. Парагенетическую связь с щелочными гранитоидами имеют проявления и месторождения формаций редкометалльных и редкоземельно-редкометалльных щелочногранитных пегматитов, а также пространственно сопряженных с ними редкоземельных щелочнопегматитовых фенитов и редкометалльно-редкоземельных щелочных гидротермалитов. Рудные образования биотит-кварцевых и мусковит-кварцевых грейзенов по своим геохимическим особенностям и пространственной приуроченности обнаруживают связь с телами субщелочных лейкогранитов 2 фазы улканского комплекса, а протолитионит-кварцевых грейзенов – с щелочными гранитоидами 3 фазы. Парагенетическая и генетическая связь с щелочными магматитами устанавливается и для рудопроявлений редкоземельно-редкометалльной

формации щелочных метасоматитов и расположенных на их флангах проявлений гидротермалитов и метасоматитов железо-марганцевого генетического типа. В то же время, проявления уран-молибденовой, фосфор-урановой, уран-ванадиевой и золото-кварцевой формаций связи с магматическими образованиями не обнаруживают.

*Литологические факторы.* В размещении и локализации оруденения большую роль играют контакты пород разного состава. Практически все проявления и месторождения формаций редкоземельно-редкометалльных щелочных гранитов и вулканитов, щелочногранитных пегматитов, щелочных метасоматитов, грейзенов, фосфор-урановых эйситов, уран-молибденовых и золото-кварцевых аргиллизитов приурочены к разнообразным по генезису вулканитам, интрузивным породам кислого и умеренно кислого составов повышенной щелочности, реже к прослоям терригенных пород. По-видимому, они в силу специфики своего химического состава являются наиболее благоприятной средой для воздействия щелочного, полевошпат-кварцевого, кварц-гидрослюдистого, гематит-гидрослюдистого, аргиллизитового и других видов метасоматоза, с которыми в основном и связаны рудные процессы. Так, на месторождениях Топорикан, Боковое урановое и редкоземельно-урановое оруденение приурочено к гидрослюдизированным трахириодацитам, калишпатизированным и альбитизированным гранитам, а на дайке диабазов оно почти не накладывается. Аналогичный литологический контроль отмечается на проявлениях редкоземельно-редкометалльных метасоматитов (Неожиданное, Крутое) и на рудных объектах золото-кварцевой формации Топорикано-Бириндинского и Южноулканского рудных полей.

*Влияние пород фундамента на оруденение.* Большая часть проявлений и месторождений бериллиевых и редкоземельных щелочных метасоматитов (Бугундя, Южный, Гельвиновый) пространственно приурочена к выходам ассимилированных и гибридных пород типа граносиенитов, кварцевых сиенитов, сиенитов и монзонитов, в которых сохранились реликты анортозитов и лейкогабброидов древнеджугджурского и гекунданского комплексов. Рудообразующие (Ta, Be, Nb, TR, Li, U, Th) щелочные граниты заключительной фазы улканского комплекса содержат повышенное количество летучих, особенно фтора и воды. На всех проявлениях и месторождениях Улканского прогиба Be, как правило, ассоциирует с F (флюорит); чем больше F, тем больше Be. Повышенную щелочность дифференциатов магматического расплава, а в последующем и высокую щелоч-

ность гидротермально-метасоматических растворов, играющих одну из ведущих ролей в процессе рудогенеза, по всей вероятности, предопределило наличие высокого процента плагиоклаза в составе первичной породы, замещаемой и растворяемой интрузией щелочногранитного состава. Подтверждением этому служит большое количество ассимилированных и гибридизированных в разной степени ксенолитов анортозитов и лейкогабброидов; гранито-гнейсы, гнейсы и кристаллосланцы среди ксенолитов на рудопрооявлениях Ве и TR цериевой группы крайне редки. Анализ распространения бериллиевых и редкоземельных рудопрооявлений разной формационной принадлежности в пределах Улканского прогиба подтверждает, что лавинная их доля сосредоточена на тех участках, где первичный фундамент при внедрении субщелочной гранитной магмы был представлен анортозитами. Это также объясняет широкое распространение в рудах кальцийсодержащих минералов. В то же время, рудопрооявления Та, Nb, Zr, TR иттриевой группы и U тяготеют к тем участкам, где фундамент был разнородным (контрастным по составу) с преобладанием пород кислого состава (гнейсы, граниты) и где анортозиты и габбро крайне редки.

*Тектонические факторы.* Определяющую роль, как в процессе рудообразования, так и в процессе локализации руд в Улканском прогибе играют тектонические факторы. Крупные субширотные разломы, имеющие большей частью глубокое заложение, в сочетании с северо-западными и субмеридиональными образовали крупный каркас нарушений сплошности земной коры, предопределившей высокую проницаемость Улканского прогиба. Разломы при этом играли роль рудопроводящих и местами рудовмещающих структур, а рудные тела приобретали сложную, зачастую комбинированную форму. Но при этом роль тектонических нарушений различна.

С тектоническими элементами, определяющими положение Улканского прогиба в фундаменте счита как субширотной структуры рифтогенного типа, пространственно совмещаются рудные поля проявления редкоземельно-редкометалльных и редкометалльных формаций. Большинство рудных объектов редких металлов и редких земель разных генетических типов (Ключ, Гельвиновский, Улкан) отчетливо тяготеют к участкам пересечения и сочленения разнонаправленных дизъюнктивов с зонами разрывных нарушений, опережающих крупные субширотные разломы глубинного заложения. В целом эти рудные тела и рудные поля по условиям локализации и пространственному распределению отчетливо увязываются со структурным планом позднекарельского Улканского прогиба,

свидетельствуя об автономности раннепротерозойской металлогенической эпохи.

В то же время, рудопрооявления и месторождения уран-молибденовой, уран-ванадиевой, фосфор-урановой и золото-кварцевой формаций пространственно тяготеют к дизъюнктивам северо-западного простирания и узлам их сочленения с разрывами других направлений. Рудные тела трассируют и залечивают опережающие их зоны трещиноватости и дробления, приобретая как согласную с вмещающими толщами форму, так и секущую (Топорикан, Боковое, Тангукта). Проявления перечисленных выше формаций довольно часто приурочены к тектоническим структурам типа надвигов субширотного простирания со значительными (1–2 км) амплитудами [15]. Так, чешуйчатая система надвигов с юга на север по субширотному разлому Топорикано-Бириндинского рудного поля способствовала выдвиганию ближе к поверхности нижних горизонтов терригенно-вулканогенных толщ улканской серии, перекрытию и погружению более молодых образований, включая рифейские толщи уянской серии. На месторождении Широное во фронтальных частях этого надвига низкотемпературный метаморфизм (аргиллизация, гидрослюдизация), приведший к отложению золото-молибденового оруденения, способствовал рассеянию более древнего (раннепротерозойского) редкоземельно-редкометалльного оруденения [15]. Надвиги аналогичного типа, с которыми пространственно сопряжена золото-рудная, баритовая, уран-ванадиевая минерализация, зафиксированы и в других местах Улканского прогиба (Южноулканское рудное поле), а также на южной окраинной части рифейской Учурской впадины [5]. Рудные тела и поля проявления уран-молибденовой, золото-кварцевой, фосфор-урановой, уран-ванадиевой формаций, как и рудовмещающие их дизъюнктивы, по отношению к структурному плану Улканского прогиба выступают в основном, как структуры секущего и выходящего за его пределы типа. На его фундаменте они создают свой структурный план с новыми рудными телами и полями с совершенно иной металлогенической специализацией (U, P, Au, Ba, V, Mo). На некоторых редкометалльных объектах (Тангукта, Бириндя) вдоль вновь заложившихся зон трещиноватости происходило не только отложение рудного вещества, но и перераспределение ранее образованного (более древнего), а также усложнение морфологии рудных тел (Гельвиновое, Широное). В целом для проявлений этих формаций характерны отсутствие связи с магматизмом и пространственно-временная связь с этапом среднерифейской тектонической активизации региона [18].

*Метасоматические факторы.* В процессе рудообразования в проявлениях щелочных метасоматитов, щелочных гранитов и вулканитов, щелочногранитных пегматитов и щелочнопегматитовых фенитов этого рудного района основную роль играют, как и на большинстве известных месторождений, связанных с щелочными гранитами [1, 30–32], высокотемпературный калиевый метасоматоз, приводящий к выщелачиванию и накоплению полезных компонентов в растворах-расплавах, а в процессе рудоотложения – натровый. На проявлениях редкоземельно-редкометалльной формации наблюдается определенная зональность в метасоматически измененных породах, отражающая многостадийность процессов преобразования вмещающих пород и рудогенеза [11, 15, 21]. Рудные тела, как правило, локализируются в приосевых частях полей метасоматитов в местах интенсивно проявленного метасоматического процесса. Наиболее обогащенными полезными компонентами являются остаточные расплавы-растворы. Так, в структурно сложных щелочногранитных пегматитах наиболее обогащена рудными компонентами тонкозернистая связующая масса, цементирующая обломки зональных пегматитов и субщелочных гранитов и часто залечивающая трещины во вмещающих их гранитоидах. В проявлениях щелочных метасоматитов максимальные концентрации редких металлов и редких земель также характерны для завершающих стадий рудообразования. Рудная специализация щелочных метасоматитов, как правило, зависит от их минерального состава и состава замещаемого субстрата. В существенно микроклиновых разностях типоморфными элементами являются Th, Y, Be, F, Sn; в альбитовых – Ce, La, Be, Th, а в кварцсодержащих микроклин-альбитовых – Nb, Ta, Zr, U, TR иттриевой группы.

Щелочные гранитоиды Ныгваганского массива и окружающих его сателлитов неравномерно микроклинизированы и альбитизированы. При этом степень их альбитизации возрастает к апикальным участкам, но наиболее интенсивно проявлена в северном, всiachем (пологозалегающем) боку Ныгваганского массива, где последние представлены кварц-альбитовыми и альбитовыми метасоматитами, переходящими вниз по вертикали в альбитизированные эгириновые и эгиририбекитовые с астрофиллитом граниты и кварцевые сиениты. Для них характерна аксессуарная тантал-ниобиевая, циркониевая, редкоземельная, участками ториевая минерализация. Содержания Ta и Nb повышаются по направлению к всiachим или апикальным боккам Ныгваганского массива, достигая максимальных значений во вмещающих интенсивно альбитизированных и эгириризированных субщелочных лейкогранитах

(в его надинтрузивной экзоконтактовой части). Альбитизированные граниты здесь обогащены Zr, Hf, TR, а в эгиририносодержащих разностях присутствует протолиитонит. Наиболее высокие концентрации Ta (до 0,1%), Nb (до 1 %), Zr, Hf отмечаются в астрофиллитизированных и альбитизированных субщелочных лейкогранитах и щелочных гранитах.

В линейных телах гематит-кварц-полевошпатовых метасоматитов высокие концентрации Be и TR отмечены в зонах дробления. Метасоматиты этого состава цементируют обломки вмещающих щелочных метасоматитов и метасоматически измененных пород и залечивают в них зоны трещиноватости (Гельвиновое). Минеральный состав и металлогеническая специализация этих средне-низкотемпературных метасоматитов варьирует даже в пределах одного рудного тела от редкометалльно-редкоземельной до бериллий-сульфидной или цинк-бериллиевой. При этом с ними связан широкий спектр сопутствующих рудных компонентов, таких как Ta, Au, Ag, что, по-видимому, обусловлено многостадийностью и многоэтапностью рудного процесса. Проявления гематит-сульфидно-кварцевого и хлорит-кварцевого (с эвклазом) типов пространственно и генетически связаны с гематит-кварц-полевошпатовыми метасоматитами и содержат промышленные концентрации Be (до 12 % BeO), Zn и Sn. В контактово-метасоматических сиенитах и монцонитах, а также в эффузивах элгэтэйского комплекса часто развиты мощные ореолы флюоритизации с вкрапленниками фенакита или бертрандита, выполняющих тонкую систему трещин во флюорите. На месторождении Таежное во вмещающих брекчированных породах, представляющих собой своеобразные рудные брекчии, обломки вмещающих пород сцементированы и замещены бертрандит-флюоритовым агрегатом.

Образование проявлений формаций грейзенового типа связано со стадией кислотного выщелачивания пород. Относительно более поздние проявления протолиитонит-кварцевых грейзенов пространственно ассоциируют со щелочными метасоматитами и в отличие от более ранних биотит-кварцевых и мусковит-кварцевых грейзенов (Sn, W, Be, флюорит, топаз) для них характерны промышленные концентрации Li, Ce, Be и повышенные содержания Sn, Ta, Nb, иногда U или Th (Слюдяное, Извилистое).

Основными рудогенными метасоматическими процессами в проявлениях уран-молибденовой, уран-ванадиевой и золото-кварцевой формаций являются гидрослюдизация, аргиллизация и серицит-гидрослюдисто-кварцевые, гематит-гидрослюдисто-кварцевые, иногда с калишпатом, карбонатом и флю-



оритом преобразования. Урановое оруденение приурочено к центральным частям зон вышеназванных метасоматитов. На золото-молибденовых проявлениях, помимо аргиллизитов, золоторудная минерализация установлена в адуляр-кварцевых и гематит-кварцевых метасоматитах и гидротермалитах. На месторождениях фосфор-урановой формации рудные тела представлены кварц-альбит-апатитовыми метасоматитами (эйситами), часто являющимися также богатыми редкими землями рудами (Тангукта).

Из структурных факторов большое значение для локализации оруденения имеют вулcano- и интрузивно-купольные структуры, а также зоны структурно-стратиграфических несогласий.

Все известные проявления редких земель щелочногранитных пегматитов, щелочных гранитов, щелочнопегматитовых фенитов и протолитионит-кварцевых грейзенов находятся преимущественно в пределах Улканской интрузивно-купольной структуры и пространственно приурочены к осложняющим ее положительным структурам более высокого порядка – поднятиям и интрузивно-купольным структурам. На современном срезе эти структуры представляют собой ареалы фенитизированных гранитоидов с жилами и линзами редкоземельно-редкометалльных щелочногранитоидных пегматитов, реже щелочных гидротермалитов, щелочных метасоматитов и единичными выходами тел щелочных гранитоидов. Проявления редкоземельных и редкометалльных экструзивно-жерловых и субвулканических интрузий щелочных вулканитов сосредоточены как в центральных, так в краевых частях вулcano-купольных структур.

Структурный контроль довольно четко просматривается и в локализации проявлений уран-молибденовой, фосфор-урановой, фосфор-уран-редкоземельной, уран-ванадиевой и золото-кварцевой формаций. Рудные объекты с урановой минерализацией локализованы преимущественно в пределах вулcano-купольных структур и поднятий, осложняющих крупные отрицательные вулcano-тектонические структуры длительного развития (Элгэтэ, Топорикан). Проявления золото-кварцевой формации приурочены к краевым частям Улканской интрузивно-купольной структуры и зонам сочленения ее со структурами отрицательного типа (Широтное). Для месторождений уран-молибденовой и уран-ванадиевой формационной принадлежности определенную роль сыграли зоны предтопориканского (Топорикан) и преудьянского (Конкули, Тала) структурно-стратиграфических несогласий [5, 6, 18]. Помимо урана, ванадия и молибдена на некоторых из них установлены повышенные концентрации золота.

*Стратиграфические факторы* локализации редкометалльного оруденения на площади Улканского прогиба существенной роли не играли, более контрастно они проявлены для уранового, баритового и золотого оруденения в рифейских толщах Учурской впадины [4].

*Геохимические особенности.* Массивы и тела рудоносных щелочных гранитов и щелочных вулканитов выделяются, по данным аэрогеофизических съемок, относительно высоким сложнодифференцированным радиогеохимическим фоном, аномалиями, как правило, уран-ториевой (граниты) или ториевой (вулканиты) природы радиоактивности [6, 29]. Для них типичны ореолы и потоки рассеяния Nb, Zr, Ta, Y, Ce, La, U, Sn, Hf, Pb, Ti и Be; пространственно к ним тяготеют шлиховые потоки и россыпи пироклора, циркона, циртолита, ксенотима, колумбита, монацита, ильменита, касситерита, фергусонита. Рудоносные щелочногранитные пегматиты и щелочнопегматитовые фениты выделяются высокой гамма-активностью урановой, ториевой или смешанной природы радиоактивности. Наиболее перспективные в отношении редких металлов (особенно бериллия) щелочные метасоматиты сопровождаются контрастными ореолами фтора. Содержания флюорита во вмещающих породах достигают 10–15 %. Проявления тантал-ниобиевой и иттриевой минерализации характеризуются уран-ториевыми и урановыми, для них типичны ореолы рассеяния Nb, Zr, Ta, Y, Yb, U, реже Th, Au и Ag. Для бериллиевых и бериллий-редкоземельных рудных объектов, имеющих, как правило, ториевую природу гамма-активности, характерны ореолы и потоки рассеяния Be, Th, Ce, La, Pb, Gd, Dy, F и P. Ареалы грейзенизированных пород и грейзенов биотит-кварцевого и мусковит-кварцевого состава, имеющих пониженный радиогеохимический фон по сравнению с вмещающими их породами, выделяются по наличию контрастных ореолов рассеяния Sn, W, Be, Cu, Pb, Zn и Ag. Для протолитионит-кварцевых грейзенов типичны ореолы рассеяния Li, TR, Be, Nb, реже Ta и повышенная их гамма-активность по сравнению с вмещающими их гранитами. Прямыми поисковыми факторами для проявлений уран-молибденовой и фосфор-урановой формаций является наличие радиометрических и контрастных радиогеохимических аномалий урана, при низких содержаниях тория и пониженных концентрациях калия, а также ореолов рассеяния – для первой – U, Mo, Pb, Ag, для второй – U, P, TR, Be и Ag. Для проявлений золото-кварцевой формации характерен слабоповышенный сложнодифференцированный радиогеохимический аномальный фон при повышенных концентрациях K, иногда U и Th. Они

сопровождаются ореолами рассеяния Au, Ag, Mo, Cu, Pb, Zn, Ba средних и высоких градаций и шлиховыми потоками Au. Коры выветривания разных уровней характеризуются, как правило, более высокими значениями гамма-активности по сравнению с подстилающими и перекрывающими их породами. К ним приурочены проявления минерализации U, Au, Cu, Pb, Zn, Ba и Mo. Для базальных конгломератов бириндинской свиты нижнего рифея, залегающих на корях выветривания вулканитов Улканского прогиба и метаморфитов кристаллического фундамента, также характерны повышенные значения гамма-активности по сравнению с перекрывающими их породами. В них отмечаются достигающие промышленных содержаний концентрации Au, Mo, U.

*Минералого-петрографические признаки.* Для щелочных пород и рудоносных метасоматитов рудопоявлений и месторождений редких металлов и редких земель характерна высокая их щелочность (коэффициент агапайности  $> 1$ ) и принадлежность к натриевой и калиево-натриевой сериям магматических и метасоматических образований, о чем свидетельствует наличие в породах и рудах натрийсодержащих минералов (альбит, эгирин, рибекит), а также высокая их железистость, с чем связано присутствие в них богатых железом темноцветных минералов. Главные рудные минералы Ta и Nb представлены в основном оксидами: пироксеном, колумбитом, фергусонитом и др. Руды богаты фтором (флюорит, гагаринит, а также примеси F в темноцветных минералах). Минералогическим признаком редкометалльных рудоносных пород является разнообразие видового состава рудных и аксессуарных минералов и их высокое суммарное содержание. Минеральный их состав отличается присутствием многих генераций (не менее четырех только циркона) рудных и аксессуарных минералов с высокими их содержаниями. О многостадийности их формирования свидетельствует не только зональное строение, но и внутренняя неоднородность кристаллов “сквозных” рудных и аксессуарных минералов (пироксен, цирколит, апатит, колумбит), структурные дефекты в них, микроблочность, зональность, многократные прорастания (захваты) минералов разных генераций, фиксирующие последовательность их отложения и переотложения.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подобно внутриконтинентальным рифтогенным структурам Улканский прогиб характеризуется редкоземельно-редкометалльной геохимической специализацией. Подтверждением этому служат выявленные в его пределах рудопоявления и месторождения тантала, ниобия, бериллия, редких земель иттриевой и це-

риевой групп, урана, золота и лития, связанные с наиболее поздним в регионе щелочногранитным магматизмом и этапом последующей тектоно-магматической активизации. Определяющую роль в размещении и локализации оруденения играют разрывные нарушения и развитые вдоль них метасоматиты. На данной стадии изученности наиболее перспективны Улканский массив гранитоидов и пограничные области обрамляющих его структур, которые выделяются как новый высокоперспективный ураноносный редкоземельно-редкометалльный рудный район на Дальнем Востоке и в Сибири. Принципиально новым для Улканского прогиба являются: выявление тантал-ниобиевой и редкоземельной минерализации в щелочных метасоматитах; открытие уран-фосфорного, уран-молибденового и золотого оруденения, соответственно, в эйситах и аргиллизитах, бериллиевого, редкоземельного и тантал-ниобиевого оруденения в вулканитах прогиба. Благоприятной средой для локализации уранового, золотого и редкометалльного оруденения являются коры выветривания в подошвах улканья одноименного прогиба и нижнего рифея Учурской впадины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бескин С.М., Нечаева И.А., Усова Т.Ю. и др. Типы и поисковые критерии редкометалльных и редкоземельных месторождений щелочногранитных формаций. М., 1987. 54 с.
2. Гаген-Торн Г.Ю., Шенкман Я.Д. Перспективы золотоносности докембрийских образований на юго-востоке Алданского щита // Разведка и охрана недр. 1969. № 6. С. 6–11.
3. Гамалея Ю.Н. Формационный анализ и история развития юго-восточной части Сибирской платформы в докембрии // Геотектоника. 1968. № 6. С. 34–45.
4. Горошко М.В. Основные черты тектоники и металлогении Улканского вулканогенного прогиба Алданского щита // Тихоокеан. геология. 1991. № 4. С. 78–85.
5. Горошко М.В., Кириллов В.Е. Новые данные по абсолютному возрасту редкометалльного оруденения юго-восточной части Алданского щита // Тр. ассоциации “Дальнедра”. Хабаровск: Дальнедра, 1992. Вып. 2. С. 66–69.
6. Горошко М.В., Осипов А.Л., Кириллов В.Е., Соломатин Г.Б. Предпосылки выявления новых видов полезных ископаемых в юго-восточной части Алданского щита // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14, № 2. С. 111–118.
7. Горошко М.В., Гурьянов В.А., Кириллов В.Е. Минералого-геохимические типы урановых проявлений юго-восточной части Сибирской платформы // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 1. С. 90–102.
8. Горошко М.В. Рифейские депрессионные структуры древних платформ и массивов юго-востока России: геология и ураноносность: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. Хабаровск. 2001. 48 с.
9. Гурьянов В.А., Карсаков Л.П. Стратиграфия нижнего докембрия юго-восточной части Сибирской платформы //

- Стратиграфия нижнего докембрия Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 18–30.
10. Гурьянов В.А. Ураноносные альбититы в одном из районов Хабаровского края // Тр. ассоциации “Дальнедра”. Хабаровск: Дальнедра, 1992. Вып. 2. С. 70–75.
  11. Гурьянов В.А. Рудоносные щелочные метасоматиты Улканского вулканогенного прогиба (юго-восток Сибирской платформы) // Метасоматическая зональность полигенных и полихронных месторождений: Материалы Всероссийск. конф. “Метасоматизм и рудообразование”. Екатеринбург: Уральская Гос. горно-геологическая академия, 1997. С. 89–90.
  12. Гурьянов В.А. Танталоносность Улканского плутона // Геология, минералогия, геохимия и проблемы рудообразования Приамурья: Тез. докл. регион. конф. Благовещенск, 1997. С. 55–56.
  13. Гурьянов В.А., Карсаков Л.П., Горошко М.В., Осипов А.Л. Золотоносность докембрийских комплексов Учуро-Уянского района и его перспективы (Юго-восток Сибирской платформы) // Тихоокеан. геология. 1998. № 5. С. 98–105.
  14. Гурьянов В.А., Горошко М.В. Редкие металлы и редкие земли Улканского рудного района // Стратегия использования и развития минерально-сырьевой базы редких металлов России в XXI веке: Тез. докл. междунар. симп. М., 1998. С. 57–59.
  15. Гурьянов В.А. Золотое оруденение Улканского вулканогенного прогиба // Геология и полезн. ископаемые Приамурья. Хабаровск-Магеллан. 1999. С. 139–147.
  16. Гурьянов В.А., Карсаков Л.П., Горошко М.В. Магматизм и металлогения Улканского прогиба // Геология и тектоника платформ и орогенных областей северо-востока Азии: Материалы совещ. Т.1 Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1999. С. 183–185.
  17. Гурьянов В.А., Карсаков Л.П., Горошко М.В. Раннепротерозойский осадочно-вулканогенный Улканский прогиб на юго-востоке Сибирской платформы: особенности магматизма и структурная позиция // Общие вопросы тектоники России: Материалы XXXIII тект. совещ. М.: Геос, 2000. С. 150–152.
  18. Гурьянов В.А. Геология и особенности металлогении Улканского вулканогенного прогиба (юго-восток Сибирской платформы): Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. Хабаровск, 2001. 25 с.
  19. Егоров И.Н. Геолого-минерагенические особенности гидротермальной бериллиевой минерализации одного из массивов гранитоидов // Сов. геология. 1967. № 7. С. 133–138.
  20. Карсаков Л.П., Гурьянов В.А. К стратиграфии нижнего протерозоя и нижнего рифея юго-востока Сибирской платформы // Геология и тектоника платформ и орогенных областей северо-востока Азии: Материалы совещ. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН. 1999. Т.1 С. 191–195.
  21. Кириллов В.Е. Околорудные изменения в вулканитах Улканского прогиба: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. Хабаровск, 1993. 26 с.
  22. Константиновский А.А. Улканский и Билякчанский среднепротерозойские грабены юго-востока Сибирской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 4. С. 72–84.
  23. Лаверов Н.П., Шумилин М.В., Мельников И.В., Лучин И.А. Справочник геолога по поискам и разведке месторождений урана. М.: Недра, 1989. 270 с.
  24. Легенда Джугджурской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации 1:200 000 (изд. второе) / Сост. В.А.Гурьянов; гл. ред. Л.П. Карсаков. Хабаровск, 1998. 107 с.
  25. Недашковский П.Г., Абиссалов Э.Г., Залищак Б.Л. Зоны с фенакит-бертрандитовой минерализацией среди щелочных гранитов // Геология и геофизика. 1966. № 7. С. 33–45.
  26. Недашковский П.Г. Редкометалльные щелочногранитные метасоматиты и фениты. М.: Наука, 1986. 87 с.
  27. Недашковский П.Г., Ленников А.М. Петрология и геохимия алданских рапакиви. М.: Наука, 1991. 124 с.
  28. Недашковский П.Г., Гурьянов В.А., Кириллов В.Е., Залищак Б.Л. Генетические типы редкометалльных месторождений Улканского вулканогенного прогиба (Алданский щит, Россия) // Геология руд. месторождений. 1999. Т. 41, № 4. С. 329–341.
  29. Недашковский П.Г., Кириллов В.Е., Гурьянов В.А., Пахомова В.А. Геологическое строение и металлогения Улканского вулканогенного прогиба (юго-восток Алданского щита). Владивосток: Дальнаука, 2000. 68 с.
  30. Скурский М.Д. Редкометалльная металлогения. М.: Недра, 1993. 272 с.
  31. Солодов Н.А., Усова Т.Ю. Рудоносность щелочных гранитов. М., 1986. 62 с.
  32. Томсон И.Н. Металлогения рудных районов. М.: Недра, 1988. 215 с.
  33. Larin A.M., Amelin Yu.V., Neimark L.A., R.Sh. Krymsky. The origin of the 1.73–1.70 Ga Anorogenic Ulcan volcanoplutonic complex, Siberian platform, Russia: inferences from Geochronological, Geochemical and Nd-Sr-Pb Isotopic Data / Manuscript received for publication on May, 1997. An Acad Bras. Gi .V. 69, N 3. 1997. P. 295–312.

Поступила в редакцию 1 ноября 2005 г.

Рекомендована к печати С.М. Родионовым

*V.A. Guryanov, M.V. Goroshko***The main features of the Precambrian metallogeny of the Ulkan region**

The paper gives a review of ore mineralization occurrences in the Ulkan trough, most part of which was detected during the last 20 years. Judging by the predicted resources, many of the occurrences correspond to large, medium-size and small deposits. It is shown that the metallogenic characteristics of the trough are determined by beryllium, tantalum, niobium, yttrium and cerium group rare earths, uranium, gold and lithium. The central part of the trough is the Ulkan massif of granitoids. The segments of the trough adjacent to the massif, which are characterized by a large accumulation of ore objects comprising these metals, are regarded as a new potential tantalum-, uranium-, and gold-bearing rare earth-rare metal ore district. The peculiarity of its metallogeny is determined by the coincidence in plan of two different metallogenic epochs: the Late Karelian (1720-1670 Ma) rare earth-rare metal epoch, spatially and genetically related to Ulkan alkaline-granitic magmatism, and the Middle Riphean (1300-1150 Ma) uranium and gold ore epoch, which was manifested in metasomatites of the zones of tectonic weakness; the zones being of cross-cutting type with respect to the structure of the Ulkan trough. Commercially attractive genetic types are distinguished. Patterns of distribution of mineral resources are considered, and the prospects of the distinguished ore fields and of the region in general are defined. The role of localization factors of different genetic type mineralizations is reflected, among which the main types are tectonic, lithological, structural, geochemical and mineralogical-petrographical.

**Key words:** Ulkan ore district, eisites, ore formation, fenites, rifting, rare metals, rare earths.