



УДК 553.465.549 (571.54)

## **Минералого-геохимические особенности неогенового уранового месторождения Источное (Амалатское плато базальтов)**

Е. А. Митрофанов,  
В. П. Рогова,  
В. В. Аввакумов,  
А. А. Кучеренко,  
Н. В. Пестерева

**Аннотация.** Неогеновые урановые месторождения характеризуются большой изменчивостью состава. Иногда состав руд и характер изменений пород различаются даже в соседних палеодолинах.

**Ключевые слова:** урановые месторождения, плато базальтов, неогеновый возраст пород, руд, минералов, настуран, коффинит, нингиоит.

### **Введение**

Источное месторождение урана палеодолинного типа выявлено экспедицией № 130 ПГО «Сосновгеология» (1977–1980, 1992 гг.) в результате специализированных работ. Гидрогеологические условия и технологические свойства руд остались не изучены, они характеризовались по аналогии с объектами Хиагдинского рудного поля.

На месторождении Источное в 2009–2010 гг. проведены гидрогеологические и минералого-геохимические исследования.

### **Методы исследования**

Для изучения минерального состава руд и эпигенетических изменений пород на месторождении Источное из руд и вмещающих пород отобрано более 200 минералого-геохимических проб. Для плотных пород изготовлены (шт): шлифы – 157, пришлифовки – 39, полировки – 9, радиографии к ним – 48, а также выполнены рентгеновский количественный фазовый анализ – 136 проб, количественное и качественное определение глинисто-гидрослюдистых минералов – 109 проб, полуколичественный спектральный анализ на 50 элементов – 159, рентгеноспектральный анализ на уран и торий – 42. В ВИМСе выполнен электронно-микроскопический анализ урановых минералов на просвечивающем электронном микроскопе TESLA BS-540 (ПЭМ) с целью выявления минеральных форм нахождения дисперсной урановой и сопутствующей минерализации, электронно-

микроскопический анализ на растровом электронном микроскопе TESLA BS-310 (РЭМ), оснащённом энергодисперсионным спектрометром, позволяющим регистрировать элементы с порядковым номером выше 11 (Na).

### **Вмещающие породы и характер их изменений**

Для многих месторождений урана Амалатского плато базальтов в разрезе сверху вниз фиксируются: неогеновые покровы базальтов, вулканогенно-осадочная толща, вмещающая урановое оруденение и гранитоиды фундамента палеозойского возраста.

Верхняя часть разреза представлена чередованием покровов базальтов с андезито-базальтами, их туфами.

В неогенных базальтах наиболее интенсивно проявлены минеральные ассоциации пропилитовой и аргиллизитовой формаций, в вулканогенно-осадочной толще – аргиллизитовой.

В гранитоидах фундамента широко развиты докайнозойские минеральные ассоциации кремнещелочной формации, реже аргиллизитовой, в ксенолитах допалеозойских пород кроме кремнещелочной формации установлены парагенезисы скарново-пропилитовой. В гранитоидах наиболее широко проявлена кварц-гидрослюдистая ассоциация аргиллизитов, установлены прожилки неогеновых минералов.

В базальтах наибольшим развитием пользуются минеральные ассоциации пропилитовой формации, особенно низкотемпературные фации, в меньшей степени отмечаются скопления эпидота, более часто присутствует хлорит, а наиболее интенсивно развиваются низкотемпературные фации – карбонатная и цеолитовая. В пустотах и по основной массе базальтов широко проявлены сидерит и олигонит. Они развиваются по основной массе базальтов и часто фиксируются в миндалинах базальтов, где на стенки миндалин нарастают корочки радиально-лучистых агрегатов сидерита, а в центральных частях миндалин – доломит, кальцит и арагонит. С карбонатами часто ассоциирует хлорит, образующий микропрожилки, гнездообразные скопления, развитые по основной массе.

Минеральные ассоциации аргиллизитов также имеют широкое развитие в базальтах и представлены минералами группы монтмориллонита. Кроме монтмориллонита, в поздних образованиях вместе с арагонитом отмечается железистый монтмориллонит-нонтронит. Скопления нонтронита придают породе зелёный цвет.

Завершается метасоматическое преобразование базальтов прожилками цеолитов, которые также отмечаются и в миндалинах. Наиболее распространены ломонтит и десмин, как и на других урановых кайнозойских месторождениях Забайкалья. Изредка в ассоциации с цеолитами отмечаются редкие мелкие выделения урановых слюдок, бета-уранотила, метаторбернита.

Состав обломочных пород неоднороден, пески большей частью имеют состав близкий к гранитам, в них отмечаются угловатые обломки крупнозернистого кварца из гранитов, а также калишпат и альбит. Микроклин и ортоклаз, имеют упорядоченную структуру и соответствуют по степени

упорядоченности максимальному микроклину ( $\Delta\rho$  0,75  $\Delta z$  до 1,0) или низкому ортоклазу ( $\Delta z$  от 0,75 до 1,0). Плагноклаз в обломках из гранитов обычно соответствует альбиту (№ от 0 до 5). Слюды в неизменном виде присутствуют редко, обычно рентгеноструктурным анализом фиксируется только гидрослюда, редко серицит в породах фундамента.

Акцессорные минералы: апатит, циркон, сфен, магнетит, ильменит присутствуют постоянно. Электронномикроскопическим анализом, кроме главных минералов, в песках обнаружены: браннерит, редкоземельный карбонат группы бастнезита-паризита.

Если в обломках преобладают породы основного состава, то в измененных породах развивается монтмориллонит, в породах с обломками кислого состава – каолинит, редко гидрослюда.

Карбонаты в базальтах проявлены широко, особенно сидерит и олигонит, иногда доломит и кальцит, редко арагонит. В осадочной толще, особенно в глинах, отмечается мелкокристаллический сидерит, который участками замещает глины в верхних, нижних частях, изредка целиком всю толщу. Он образуется в результате воздействия на породы вулканогенных растворов, обогащенных железом.

На контакте с гранитами в вулканогенно-осадочной толще отмечают тяжелые минералы: браннерит, монацит, циркон, ксенотим, сфен, магнетит, ильменит, апатит.

Наиболее интересными породами на участке являются горизонты глин, являющихся, вероятно, производными грязевых вулканов. В базальтовой толще в составе грязевых вулканов преобладает монтмориллонит, в вулканогенно-осадочной, на более низких уровнях, преобладает каолинит.

Образование построек грязевых вулканов происходило и в палеоозерах, так как в составе глин иногда отмечаются мелкие 0,02–0,03 мм раковины. Горизонты глин являются экраном для рудоносных растворов. Над горизонтами глин и под ними резко повышается содержание урана в песках. В самих глинах уран отмечается в значительно меньших количествах и только в приконтактных с рудоносными песками частях, на расстоянии 1–1,5 м от нижнего и верхнего контактов.

На месторождении, на разных горизонтах и в разных количествах присутствует органическое вещество растительного происхождения: бурые угли и торфяники, углистые алевриты, мелко-среднезернистые рудоносные углефицированные туфопесчаники.

Кроме бурых углей и торфяников органическое вещество представлено растительными остатками и тонкой пропиткой пород гуминовыми соединениями.

В прослоях торфяников и углефицированных породах установлено большое разнообразие растительных остатков по размерности, форме, цвету и внешним признакам. Наряду с хорошо сохранившимися дресвяными остатками в едином образце встречаются сильно углефицированные фрагменты, в которых с трудом распознается дресвяная структура. Цвет органического вещества от буровато-серого до черного. Органическое веществ-

во, установленное на месторождении Источное, относится к производным угольного ряда, гумусовым соединениям, преобразованным из наземной растительности, слабо метаморфизовано до стадии бурых углей. По данным химических анализов органическое вещество рудоносных палеодолин, не испытывало воздействие термальных потоков с температурой более 180–200 °С.

Необходимо отметить, что в рудных телах, а также за их пределами, установлены редкие минералы, открытые в 1985 г, мантиеннит и паулкеррит, являющиеся водными фосфатами титана:  $K(Mg, Mn^{+2})_2(Fe^{+3}, Al)_2Ti(PO_4)_2 \cdot 15H_2O$  – паулкеррит и  $KMg_2Al_2Ti[(OH)_3(PO_4)_4] \cdot 15H_2O$  – мантиеннит. Возможно, что они образовались из вулканических возгонов в водной среде на барьерах и фиксируются в виде черных корочек на глинах.

Фундамент на месторождении Источное имеет сложное блоковое строение. Для палеодолины-1 характерна смена крупнозернистых гранитов, развитых в северо-западной части участка, на граносиениты в юго-западной. В гранитоидах северо-западной части палеодолины Источное-1 установлено повышенное содержание урана в керне скв. 4986–170,7 м, где в промежутках между кварцем и полевыми шпатами развиваются гнездобразные скопления метасоматического оксида урана в ассоциации со сфалеритом.

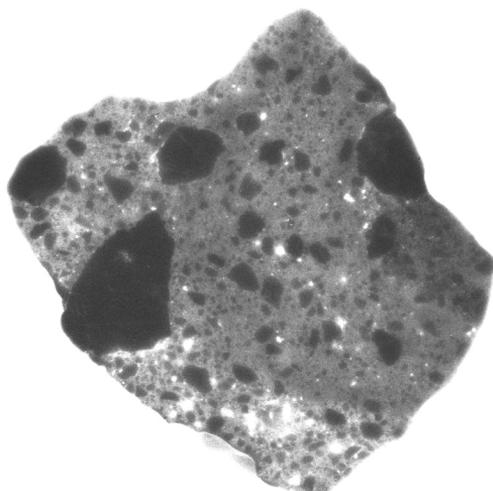
На территории рудного поля Источное в фундаменте установлены дайки разнообразного состава и возраста. Преобладают дайки кислого состава, представленные мелкозернистыми гранитами, дайки основного состава, сложенные мелкозернистыми габбро, габбродиоритами. В осадочно-вулканогенной толще – базальтами, силами урансодержащего вулканического стекла основного состава. Последние образуют серию пологих тел, чередующихся с вулканогенно-осадочными породами на выклинивании рудных залежей Источное-1 и 3.

### Минеральный состав руд

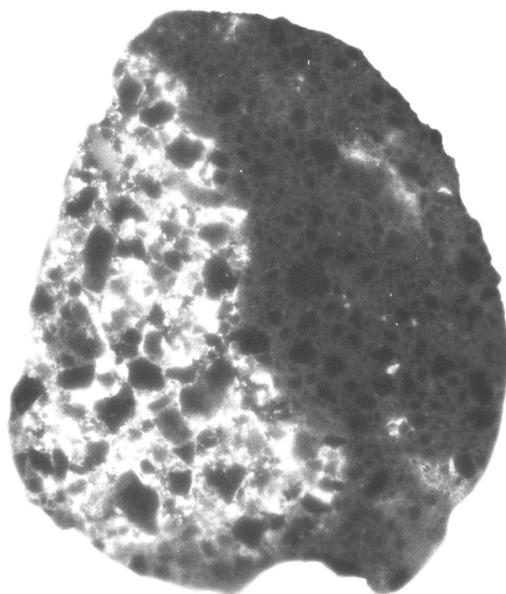
Руды месторождения Источное относятся к алюмосиликатному типу с малым содержанием сульфидов, фосфатов, карбонатов, углистых и битумных веществ. Вмещающие породы проницаемые, благоприятные для извлечения руд методом подземного выщелачивания.

Рудная минерализация представлена оксидом  $U^{+4}$ , коффинитом и в небольшом количестве – нингиоитом, образующими дисперсную вкрапленность, микропрожилки в цементе породы. В отдельных пробах отмечаются редкие мелкие (доли мм) обломки браннерита.

Оксид  $U^{+4}$  образует дисперсные выделения в цементе породы, которые фиксируются на радиографиях в виде равномерной серой вуали (рис. 1, 2, 3). Настуран обнаружен в виде отдельных глобулярных, округлых образований, размером 0,2–0,7 мкм, слабо раскристаллизованный (рис. 4). Только в отдельных случаях удается получить микродифракционные картины, по которым можно уверенно провести фазовую диагностику.



*Рис. 1.* Гравелистый алеврит. В обломках гранит и минералы гранита, в цементе аргиллизированный алеврит с дисперсными выделениями оксида урана (серая равномерная вуаль) и обломки браннерита (белые точечные включения). Сква. № 4976–191,7 м, экспозиция радиографии 4 сут. Месторождение Источное-1



*Рис. 2.* Дисперсные выделения оксида урана в каолинизированном цементе гравелистого песка (серая равномерная вуаль) и более позднее наложение гнездово-вкрапленного коффинита (белое) в ассоциации с новообразованной гидрослюдой. Сква. № 4973–187,0 м, экспозиция радиографии 3 сут. Месторождение Источное-1а

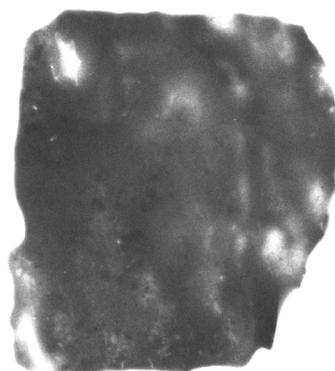


Рис. 3. Дисперсные выделения оксида урана (серая вуаль) и гнездообразные прожилковидные (белые) – коффинита (в алеврите). Скв № 4986–169,3 м, экспозиция радиографии 4 сут. Месторождение Источное-1, рудная залежь – 1 а

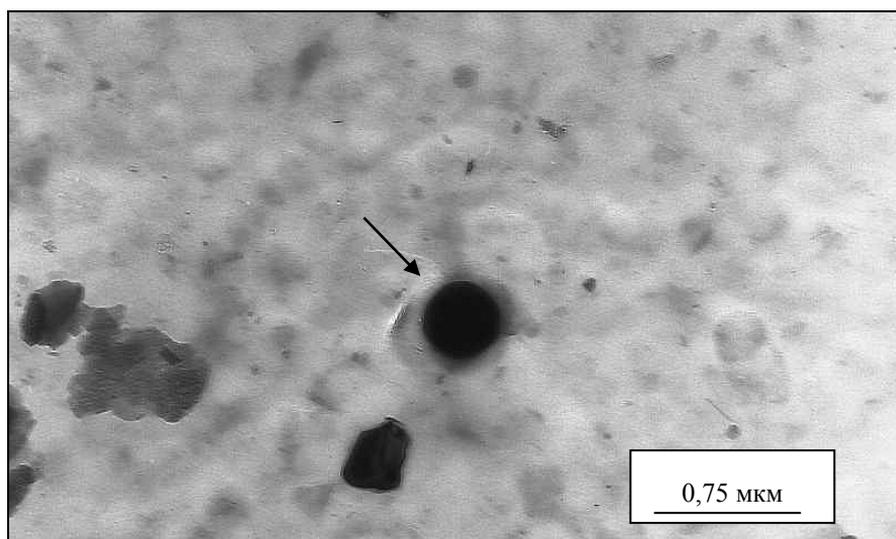
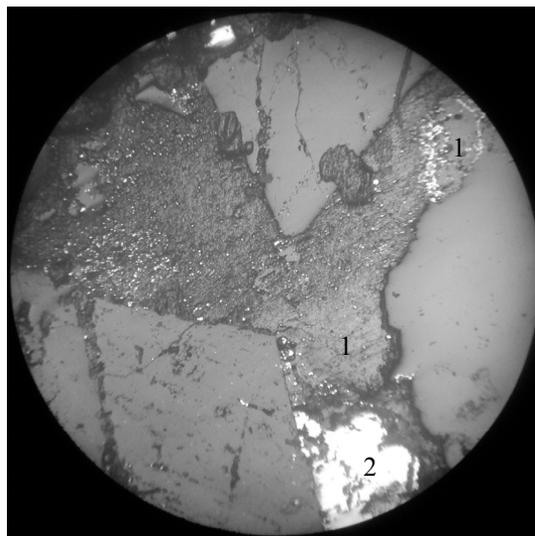


Рис. 4. Мелкое глобулярное образование практически аморфного оксида  $U^{4+}$  (показано стрелкой)

Иногда настуран в глинистом цементе ассоциирует с нингиоитом, где встречается в виде округлых глобулярных образований, размером 0,1–0,3 мкм. Коффинит образует микропрожилки, мелкую вкрапленность, гнездообразные выделения в цементе породы (см. рис. 2). Иногда он ассоциирует с вкрапленными выделениями пирита и марказита (рис. 5). Обычно в участках концентрации его каолинит и монтмориллонит отмечаются в незначительных (первые проценты) количествах. Гидрослюда под микроскопом, иногда выделяется в виде мелких чешуек. Микропрожилки коффинита обычно сопровождаются тонкими, прерывистыми микропрожилками гид-

рослоды. Общее содержание гидрослоды в пробах песчаников, составляет от долей до первых процентов. Коффинит подтвержден микродифракционным анализом с применением электронного микроскопа, в пробах с повышенным содержанием урана он фиксируется также рентгеноструктурным анализом. Также как и настуран, повышенные концентрации его приурочены к скоплениям углефицированного растительного детрита. В ассоциации с ним отмечается вкрапленность пирита и марказита. К этим же участкам, обогащенным растительным детритом и скоплениями пирита, марказита, приурочены относительно крупные удлиненные выделения нингионита, нередко представляющие собой закономерные сростки нескольких кристаллов. Для подобных выделений размером 0,7–1,5 мкм характерны достаточно четкие точечно-кольцевые микродифракционные картины. Более распространен нингионит в виде агрегатов мелких удлиненных призматических, редко изометричных кристаллов размером до 1,5 мкм, которые выделяются среди чешуйчатых слоистых алюмосиликатов. Для скопления подобных кристаллов не всегда характерны отчетливые точечно-кольцевые микродифракционные картины, что обусловлено слабой раскристаллизацией вещества, а также неустойчивостью их под электронным пучком. Наиболее распространенной формой нингионита являются обособления, сложенные дисперсными удлиненными выделениями, ассоциирующими с тонкочешуйчатыми алюмосиликатами размером 0,07–0,2 и до 5–7 мкм.



*Рис.5.* Дисперсные выделения оксида урана и коффинита(1) пирита и марказита(2) в каолинизированном цементе хлидолита. Увел.55. Николи ||. Скви 4973–187 м. Месторождение Источное-1а

Для такого типа характерны диффузионные кольцевые микродифракционные картины с отчетливо проявленным единственным широким диффузным отражением с  $d = 0,304 \sim 0,271$  нм. Рассмотренные формы выделений нингиоита с характерными для них микродифракционными картинами, очевидно, указывают на последовательный процесс раскristаллизации многокомпонентного геля, зафиксированного при исследовании на растровом электронном микроскопе.

Микродифракционно в суспензионных препаратах из рудных участков алевритов определены слабо раскristаллизованный аршиновит и редкоземельный карбонат группы бастнезита – паризита. Цирконий и редкие земли являются постоянными элементами-спутниками урана в гелеподобных выделениях.

В песчанике в единичном случае микродифракционно был определен ярозит.

По данным электронной микроскопии растительный детрит, насыщен рудной минерализацией, которая образует контрастную высокодисперсную «густую» вкрапленность (пропитку) всей растительной ткани, подчеркивая ее структуру (рис. 6). Оксид  $U^{4+}$ , нингиоит тесно ассоциируют с сульфидами железа (пиритом, марказитом).

Глинисто-гидрослюдистый цемент алеврита также пропитан рудной минерализацией. Участками в цементе пород встречаются гелеподобные многокомпонентные образования. На энергетических спектрах выделяются высокие содержания Si, Al, U, Ca, P, Zr, Fe, S и повышенные Ti, TR, позволяющие предположить, что рудная минерализация представлена тесной смесью алюмосиликатов с соединениями урана, кремния, фосфора, циркония, железа и серы, не образующие собственных минеральных фаз.

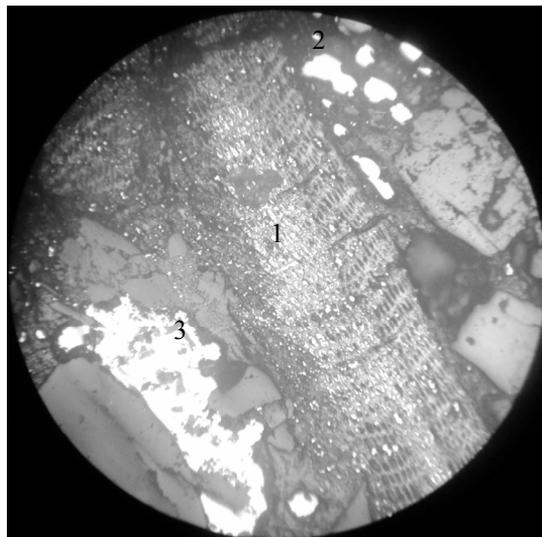


Рис. 6. Более интенсивное замещение оксидом урана(1) в центральных частях обломков углефицированного растительного детрита, по краям пирит(2) и марказит(3). Увел. 55. Николи ||. Скв. 4973–187 м. Месторождение Источное-1а.

Таким образом, по вещественно-текстурным признакам выделяется четыре типа руд:

1) дисперсные, представленные оксидом  $U^{4+}$  (большая часть руд с низкими содержаниями урана);

2) вкраплено-дисперсные, состоящие из дисперсных выделений оксида  $U^{4+}$  и обломков более раннего браннерита (последний встречается спорадически);

3) гнездово-вкрапленные, микропрожилковые коффинитовые руды иногда с гнездообразными выделениями нингиоита, ассоциирующие с вкрапленными скоплениями пирита, марказита, реже сфалерита (слагают рудные тела с более высокими содержаниями урана, за счет коффинита);

4) гелеподобные многокомпонентные образования, подвергшиеся частичной раскристаллизации. Размеры отдельных обособлений обычно составляют 0,01–0,1 мкм. На энергетических спектрах выделяются высокие содержания Si, Al, U, Ca, P, Zr, Fe, S и повышенные Ti, TR, позволяющие предположить, что рудная минерализация представлена тесной смесью алюмосиликатов с соединениями урана, фосфора, циркония, железа и серы. При исследовании на просвечивающем электронном микроскопе собственных минеральных фаз алюмосиликатов, сульфидов, оксидов урана не установлено. Последнее позволяет предполагать, что все вышеперечисленные элементы входят в состав многокомпонентных не раскристаллизованных или слабо раскристаллизованных (аморфных) гелеподобных образований.

В рудном интервале присутствует редкая, мелкая (доли мм) вкрапленность сфалерита, а также мелкочешуйчатого молибденита, содержание которого сотые, тысячные доли процента. Кроме того, в рудах установлены циркон и метаколлоидная разновидность его – аршиновит.

Руды месторождения Источное по составу и вещественно-текстурным признакам аналогичны Хиагдинскому месторождению.

Таким образом, исследование показало, что дисперсная раскристаллизованная урановая минерализация представлена, главным образом, оксидом  $U^{4+}$ , образующим на радиографиях серую равномерную вуаль, иногда с редкими мелкими обломками браннерита, вкрапленная, гнездово-вкрапленная более поздняя минерализация в богатых рудах, представлена коффинитом, иногда в ассоциации с нингиоитом, пиритом и марказитом, и завершается рудообразующий процесс многокомпонентными, урансодержащими, слабо раскристаллизованными гелеподобными (аморфными) образованиями (размером 0,01–0,1 мкм), приуроченными к углефицированным остаткам.

### **Геохимические особенности руд и вмещающих пород**

Месторождение Источное, как и другие месторождения урана Ама-латского плато базальтов, характеризуется литологической неоднородностью вмещающих отложений и значительным изменением вмещающих пород.

Верхний базальтовый уровень состоит из потоков базальтов, андезит-базальтов и их шлаков. В большинстве потоков содержание таких элементов, как Fe, Mg, Mn, Ca наиболее высокое и соответствует средним значениям для базальтов по А. П. Виноградову. В то же время выделяются отдельные потоки, где содержания этих элементов значительно ниже и соответствуют андезито-базальтам.

Особенностью базальтов Амалатского плато является присутствие в них нефелина, установленного рентгеноструктурным анализом и значительное количество обломков гранитов, что обусловило повышенное содержание таких соединений, как  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ . Для этих пород характерны элементы-примеси, отсутствующие в базальтах или встречающиеся в них в низких концентрациях.

При сравнении трех покровов базальтов, вскрытых одной скважиной и находящихся на расстоянии всего 1–2 м друг от друга, установлено значительное колебание минерального состава элементов-примесей.

Так, в скв. 4972 на глубине 140,8 м содержание плагиоклаза всего 28 %, диопсида – 20 %, включений калишпата – 50 % и 2 % сидерита, а на глубине 141,7 м в этой же скважине, количество калишпата уменьшилось до 25 %, андезина сохранилось 37 % и сидерита – 4 % и только на глубине 144,5 м порода по минеральному составу соответствует андезито-базальту, в котором содержание андезина составляет – 61 %, диопсида – 32 % и сидерита всего – 7 %.

Даже в потоках, расположенных по вертикали на расстоянии 1–4 м друг от друга содержание Al изменяется от 5 до 8 %, Ca, Mg от 2 до 3 %, Fe от 4 до 10 % (скв. № 4972 интервалы 140,8 м, 141,7 м, 144,5 м). Еще большая разница в содержании элементов установлена в осадочно-вулканогенной толще.

В безцементных песках, состоящих из кварца, калишпата, плагиоклаза, элементный состав зависит от соотношения породообразующих минералов между собой, а содержание урана от количества углефицированного растительного детрита. Так, в пробе безцементного песка, но с углефицированным растительным детритом содержание урана – 0,035 (скв. № 4979-182,2 м).

Неравномерное распределение компонентов установлено и в гранитоидах под залежами. Участки гранитоидов, находящихся под рудной залежью, обогащенные ураном, свинцом, торием, титаном и обеднены фосфором. Характерной особенностью гранитоидов является повышенное содержание в них Rb по сравнению с кларковыми. Под рудоносными палеодолинами оно достигает двух-трех кратных значений. В отличие от Rb содержание Sr в гранитоидах фундамента значительно более низкое.

Месторождение Источное отличается повышенным содержанием в рудах молибдена, цинка и циркония.

Наличие молибдена обусловлено присутствием тонковкрапленного молибденита, цинк установлен в рудах в виде сфалерита, большей частью он присутствует как карбонат цинка – смитсонит. Цирконий присутствует

на нижних уровнях месторождения в виде циркона, а в рудах – в виде аршиновита, титан в небольшом количестве встречается в нижнем горизонте в виде сфена, ильменита, под базальтами в вулканогенно-осадочной толще в виде минералов группы мантиеннита-паулкеррита.

Молибден установлен в центре минерализованных зон, в рудных залежах месторождения Источное-1 и Источное-1а в контуре балансовых руд. Содержание молибдена 0,01–0,03 %. В рудной залежи Источная-2 молибден установлен как в контуре балансовых руд, так и за пределами балансовых руд в скв. № 4968, 4969, 4967.

В рудной залежи Источная-3 молибден установлен в разных концентрациях во всех скважинах, вскрывших урановые руды.

Цинк встречается на месторождении в виде сфалерита или смитсонита. Наибольшее содержание цинка установлено в пробах, отобранных из керна скважин, расположенных в верховьях палеодолин Источная-1 и Источная-1а. В скв. № 4986 (Источная-1), в интервале 168,2 м, в грубообломочном хлидолите, содержащем эпидот – 9 %, присутствует сфалерит в количестве – 3 %, ниже, на глубине 169,3 м, в каолинизированном хлидолите количество сфалерита снизилось до 2 %. Содержание урана в этих интервалах – 2,6 и 2,0 %, а циркония по 0,1 % соответственно. В фундаменте, в зоне дробления гранита, на глубине 170,7 м содержание (%) цинка – 0,015, урана – 0,07, циркония – 0,015.

В скв. № 4972 и особенно 4979 (верховья палеодолины Источная-1а), в пелите содержание цинка в интервале 180,8 м – 0,3 %, в безцементном песке уменьшается до 0,03 % на глубине 182,2 м и увеличивается в безцементном кварцевом песке до 0,06 % в интервале 182,6 м. Содержание урана в пелите – 0,8 %, в безцементном песке – 0,035 %, и в безцементном кварцевом песке 0,17 %. В керне скважины 5102 повышенные содержания цинка до 0,2 % установлены в верхних частях каолинизированной пелитовой толщи на глубине 188,6 м, а содержание урана 0,17 %. С глубиной количество урана и цинка уменьшается, в хлидолитах на глубине 194,3 м содержание урана снизилось до 0,048 %, а цинка увеличилось до 0,3 %. На выклинивании рудного тела, в скв. № 5109, на глубине 184,9 м, количество цинка в песках уменьшилось до 0,01–0,03 %, в рудном хлидолите до 0,015 % в интервале 186,5 м.

В рудной залежи Источная-2 повышенные содержания цинка установлены в керне скважин, пробуренных в Восточной части рудной залежи, в то время как в западной части в керне скважин в повышенной концентрации присутствует молибден.

В рудной залежи Источная-3 повышенные содержания цинка в незначительных количествах отмечаются практически во всех скважинах.

Цирконий является характерным элементом руд и установлен во всех рудных залежах в разных количествах.

Выше указывались участки, где он присутствует в значительном количестве. Это рудные залежи Источная-1 и Источная-1а, повышенные концентрации его отмечаются и в участках забалансовых руд.

Титан в повышенном количестве установлен в нижних частях залежей (ильменит, сфен, титаномагнетит, браннерит), а также в составе паулкеррита-мантиеннита фиксируется на разных уровнях, в пределах рудных залежей, иногда с вулканическими стеклами, а также в углеродизированных скоплениях на поверхностях горизонтов пелита.

Кроме молибдена, цинка, титан, циркония в породах и рудах в повышенных концентрациях установлены: Y, Yb, Nb, Cs, La, Ce, Hg, Ge, Tl, Be, Sc, Co, Ni, Pb, Bi, Cu. Содержание этих элементов на два, три порядка выше, по сравнению со средними содержаниями их в неизменных породах.

## Выводы

Концентрирование урана в палеодолинах Источная-1 и 1а обусловлено несколькими факторами:

1. Близость к рудоподводящему каналу.
2. Наличие горизонта глин (пелитовых туфов), являющегося экраном для рудоносных растворов, циркулирующих как над горизонтом глин, так и под ним, где образовались условия резкого обогащения ураном.
3. Безцементные пески сыграли роль ловушек для обломков углефицированного растительного детрита, который способствовал выделению из рудоносных растворов пирита, марказита и коффинита.
4. Урановое оруденение в палеодолинах сформировалось на нескольких уровнях. Минеральный состав руд разных уровней несколько отличается между собой: образование первой рудной залежи происходило над фундаментом, в участках скопления тяжелых минералов в каолинизированных песчано-гравийных отложениях. В это же время происходило внедрение вулканического стекла, обогащенного ураном, на разных уровнях.
5. Наложение на ранние ассоциации метасоматического оксида урана в каолинизированных породах, коффинита, образующего гнездообразные и прожилковые выделения в породах, сопровождаемые пиритом, марказитом и гидрослюдой.

## Список литературы

1. *Ильичев А. В.* Некоторые особенности уранового оруденения Витимского плоскогорья (Забайкалье) // *Материалы по геологии м-ний урана, редких и редкоземельных металлов.* – М., 1982. – Вып. 73. – С. 130–137.
2. *Кисляков Я. М.* Гидрогенное рудообразование / Я. М. Кисляков, В. Н. Щеточкин. – М. : Геоинформарк, 2000.
3. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания / М. В. Шумилин [и др.]. – М. : Недра, 1985.
4. *Халезов А. Б.* Прогнозирование, поиски и оценка урановых месторождений в палеорулах : метод. рекомендации / А. Б. Халезов. – М. : ВИМС, 1999.

## **Geological particulars neogen uranium deposit of the Istochnoe (Amalate plateau of the basaltic)**

E. A. Mitrophanov, V. P. Rogova, V. V. Avvakumov, A. A. Kucherenko, N. B. Pestereva

**Annotation.** Uranium deposits were found under cover of the basaltics. It have neogen age and localized in the sedimentare rocks over granits of the foundation. There are an ore dispersed. The minerals uraninite, coffinite, ninguoite determinated in the ore of the deposits.

**Key words:** uranium deposits, cover of the basaltics, neogen age of rocks, ore dispersed, minerals, uraninite, coffinite, ninguoite.

*Митрофанов Евгений Александрович  
главный геолог*

*ЦГП БФ «Сосновгеология»  
664039, г. Иркутск, ул. Гоголя, д.53  
тел: (3952) 38-90-65*

*Рогова Вера Порфентьевна  
доктор геолого-минералогических наук  
Иркутский государственный университет,  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
профессор  
тел: (3952) 52-10-72*

*Аввакумов Владимир Васильевич  
старший научный сотрудник  
Всероссийский институт минерального  
сырья  
119017, г. Москва, Старомонетный пер., 31  
тел:(495) 950-31-13*

*Кучеренко Алексей Анатольевич  
ведущий геолог*

*ЦГП БФ «Сосновгеология»  
664039, г. Иркутск, ул. Гоголя, д. 53  
тел: (3952) 38-91-15*

*Пестерева Наталия Витальевна  
геолог  
ЦГП БФ «Сосновгеология»  
664039, г. Иркутск, ул. Гоголя, д. 53  
тел: (3952) 38-72-91*