



УДК 551.1/.4:551.3.053.

**Низомиддин СОАТОВ,**

*И.о. доцента Национального университета Узбекистана, PhD*

*E-mail: Soatov1979@mail.ru*

**Одил РАЗИКОВ,**

*Профессор кафедры геохимии и минералогии НУУз, доктор геолого-минералогических наук*

*E-mail: odil.t.razikov@gmail.com*

**Аброр АБДУЛЛАЕВ,**

*И.о. доцента Национального университета Узбекистана (PhD)*

*E-mail: abrorabdulaev1987@gmail.com*

**Холмурод ХАЛИЁРОВ,**

*Старший преподаватель кафедры геохимии и минералогии НУУз (PhD)*

*E-mail: xaliyorovxolmurod@gmail.com*

*На основе рецензии PhD Ш. Шукурова.*

## РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРЕДЕЛАХ КАТТАСАЙ-АЛАТАНЬГИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Аннотация

Каттасай-Алатаньгинское рудное поле расположено в пределах Чаткало-Кураминского региона и характеризуется сложным геологическим строением, включающим интрузивные образования, метасоматические комплексы и зоны тектонических нарушений. В его пределах выявлены проявления редкоземельной минерализации, приуроченные к гранитоидным интрузиям, щелочным породам и зонам гидротермально-метасоматических преобразований. Редкоземельные элементы (РЗЭ) представлены преимущественно минералами цериевой группы. Основными рудными минералами являются монацит, бастнезит и ксенотим. Минерализация локализуется в кварц-флюоритовых жилах, пегматитах и зонах альбитизации и грейзенизации.

**Ключевые слова:** Каттасай-Алатаньгинское рудное поле, редкоземельные элементы (РЗЭ), редкоземельная минерализация, монацит, бастнезит, ксенотим, лантаноиды, цериевая группа, гранитоидные интрузии, гидротермально-метасоматические процессы, грейзенизация, альбитизация, кварц-флюоритовые жилы, редкометалльное оруденение.

## ALATANGA - KATTASOY MA'DANLI MAYDONIDA NODIR YER ELEMENTLARINING NAMOYON BO'LISHI

Annotatsiya

Kattasoy-Olatanga ma'danli maydoni Chotqol-Qurama mintaqasida joylashgan bo'lib, intruziv shakllanishlar, metasomatik komplekslar va tektonik buzilish zonalarini o'z ichiga olgan murakkab geologik tuzilishi bilan ajralib turadi. Uning chegaralarida granitoid intruziyalar, ishqorli jinslar va gidrotermal-metasomatik o'zgarishlar zonalarini bog'liq bo'lgan nodir yer elementlarning minerallashuvi namoyonlari aniqlangan. Noyob yer elementlari (NEE) asosan seriy guruhi minerallaridan iborat. Asosiy ma'danli minerallar monatsit, bastnezit va ksenotim uchraydi. Minerallashuv kvarts-flyuoritli tomirlarda, pegmatitlarda hamda albitlanish va greizenlanish zonalarida uchraydi.

**Kalit so'zlar:** Kattasoy-Olatanga ma'danli maydoni, noyob yer elementlari (NEE), noyob yer elementlarning minerallashuvi, monatsit, bastnezit, ksenotim, lantanoidlar, seriy guruhi, granitoid intruziyalari, gidrotermal-metasomatik jarayonlar, greizenizatsiya, albitizatsiya, kvarts-flyuorit tomirlari, noyob metallar ma'danlashuvi.

## DISTRIBUTION OF RARE EARTH ELEMENTS WITHIN THE KATTASAI-ALATANGINSKOYE ORE FIELD

Annotation

The Kattasay-Alatanga ore field is located within the Chatkal-Kurama region and is characterized by a complex geological structure, including

intrusive formations, metasomatic complexes, and fault zones. Within its boundaries, manifestations of rare earth mineralization have been identified, confined to granitoid intrusions, alkaline rocks, and zones of hydrothermal-metasomatic transformations. Rare earth elements (REEs) are represented primarily by cerium group minerals. The main ore minerals are monazite, bastnaesite, and xenotime; allanite and other accessory phases are less common. Mineralization is localized in quartz-fluorite veins, pegmatites, and albitization and greisenization zones.

**Key words:** Kattasay-Alatanginskoye ore field, rare earth elements (REE), rare earth mineralization, monazite, bastnaesite, xenotime, allanite, lanthanides, cerium group, granitoid intrusions, hydrothermal-metasomatic processes, greisenization, albitization, quartz-fluorite veins, rare metal mineralization, niobium, tantalum, geochemical specialization.

**Введение.** Группа молибден-урановых месторождений (Алатаньга, Каттасай, Джекиндек и Разведучасток) находится на юго-восточном склоне Чаткальского хребта в 125-130 км к востоку от Ташкента (рис. 1). По данным Лаврова Н.П. и др. (2012) первые два месторождения по запасам урана относятся к средним, два других – мелким, а в целом «...являются комплексными, поскольку содержат значительные количества молибдена и меньшие олова (Каттасай)».

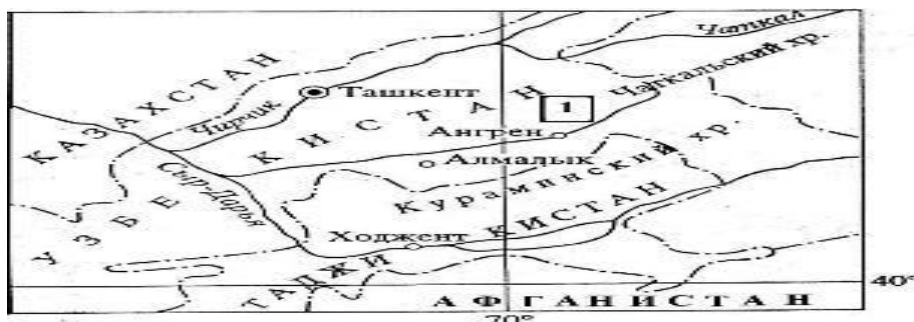


Рис. 1. Расположение уранового Каттасай-Алатаньгинского рудного поля (1).

В геологическом строении месторождения урана приурочены к Бабайтагскому субвулканическому интрузивному массиву  $P_1$ - $P_2$  возраста, рамой которого являются среднекарбонные гранитоиды, позднекарбонные вулканические покровы андезитов и риолитов с горизонтами туфогенных песчаников. Завершают магматическую деятельность многочисленные дайки диабазов, микрогранофиров, реже лампрофиров. И. В. Мельников и др. (1996), Лаврова Н. П. и др. (2012) отмечая связь комплексного олово-молибден-уранового оруденения с гидротермальным процессом выделяют в нем несколько стадий урановорудного процесса: альбитовую, грейзеновую с карбонатом, березитовую, кварц - сульфидно-карбонатную, кварц - сульфидно - баритовую, настуран - сульфидную и пострудные – кварц-барит - флюорит - кальцитовую и кварц - диккитовую. Краткие сведения о наличии редкоземельных элементов (REE) и редкоземельных минералов (REM) на исследуемой площади приводят И.В.Мельников и др. (1996, с. 262) «Типоморфными элементами грейзенов являются Sn, Mo, La, Li, в меньшей степени - W и Bi.»; карбонат TR является редким минералом в кварц-сульфидно-карбонатной стадии (Фиг. 16. «Схема последовательности минералообразования на месторождении Каттасай-Алатаньгинского рудного поля», с. 271) и полагают, что на щелочной стадии гидротермального процесса в качестве рудных компонентов участвуют Ti, P, PЗЭ (последние относятся к второстепенным компонентам) «...характерны для высокотемпературных стадий привносились из магматического источника» (с. 274), и отлагались на ионообменном геохимическом барьере в качестве парагенетической ассоциации минералов альбитовой стадии минерализации. «Минералогическая-геохимическая модель процесса формирования Мо-U Каттасай-Алатаньгинского рудного поля», с. 275).

Наши полевые исследования заключались в прослеживании зон приповерхностного изменения горных пород на площади и за пределами месторождений Алатаньга, Каттасай с целью выявления рудных концентраций. В процессе этих работ были установлены проявления зон окисления развитых по березитизированным, кварц-сульфидно-карбонатным, кварц-сульфидно-баритовым породам. Минеральный состав пород исследовался на микрозонде (фирма JEOL, Япония).

Установлено, что преобладающими формами нахождения REM в кварц-полевошпатовых породах, условно относимых к березитам, являются их фосфаты в виде монацита и ксенотима (редко) (рис. 1).

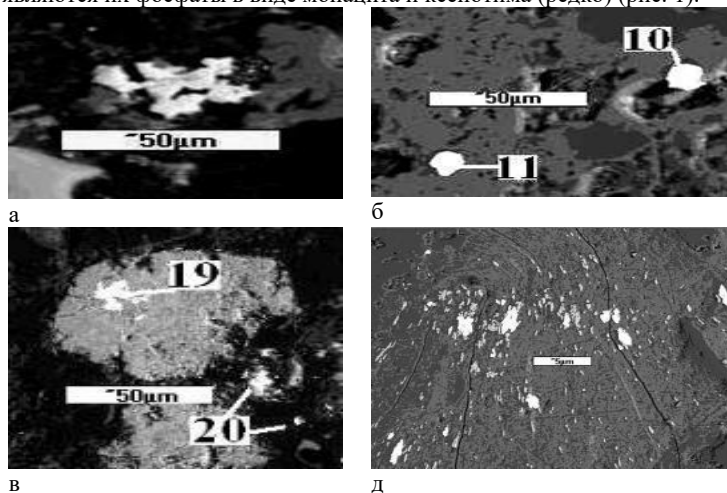


Рис. 1. Монацит (яркие) в: кварце (А, Б-11; обр. Н12), кварц-полевошпатовом метасоматите (Г, обр. к673); ксенотим (яркие) в: кварце (Б-10, обр. Н12), титане (В-19, обр. Н13) и фосфат иттрия в кварце (20, там же).

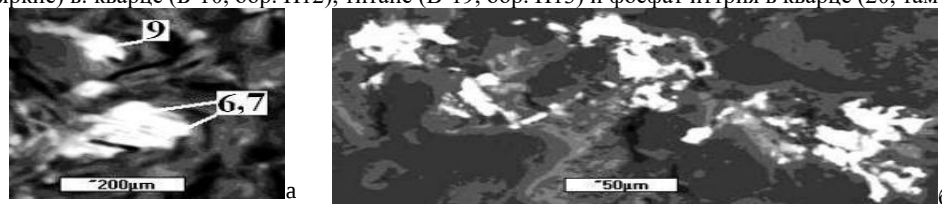


Рис. 2. Выделения REE  $Ce_g$  в виде: карбонатов (яркие) в кварц-слюдистом (А-6,7; обр. Н12); оксидов - (яркие, 9; там же) и слюдисто-полевошпатовом агрегате (Б, обр. Н13).

Морфологически минералы церия и иттрия имеют различные формы выделений от неправильных выделений до относительно очерченных зерен в пять - двадцать микрон и относительно часто ассоциируют с минералами титана.

Подобная «россыпь» монацита и титановых минералов показана на рис. 1-Г. Увеличение размеров REM происходит в переходе последних в карбонатные и оксидные соединения (рис. 2) при одновременном уменьшении содержания фосфора и REE, появлении оксидов других элементов, в частности, PbO, ThO (табл. 1).

Таблица 1

Содержания компонентов в монаците (1-3), ксенотиме (4,5), фосфате иттрия (6), карбонате (7) и оксидах церия (8, 9), (мас. %).

| Компоненты                     | Номера анализов и рисунков |              |           |              |              |              |               |             |            |
|--------------------------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|------------|
|                                | 1                          | 2            | 3         | 4            | 5            | 6            | 7             | 8           | 9          |
|                                | Рис. 1, А                  | Рис. 1, Б-11 | Рис. 1, Г | Рис. 1, Б-10 | Рис. 1, В-19 | Рис. 1, В-20 | Рис. 2, А-6,7 | Рис. 2, А-9 | Рис. 2, Б- |
| SiO <sub>2</sub>               |                            | 4,59         | 2,26      |              |              | 18,13        | 38,96         | 1,24        | 31,08      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            | 1,67         | 1,34      |              |              |              |               | 1,61        |            |
| K <sub>2</sub> O               |                            | 1,40         | 0,35      |              |              |              |               |             |            |
| CaO                            | 0,37                       |              | 0,42      |              |              | 3,92         | 0,64          | 0,50        | 0,51       |
| TiO <sub>2</sub>               |                            |              |           |              | 1,83         |              |               |             |            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            |              |           |              |              |              |               | 11,71       |            |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 30,28                      | 29,14        | 30,94     | 33,26        | 36,76        | 24,35        | 20,34         |             |            |
| PbO                            |                            |              |           |              |              | 8,30         |               |             |            |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,42                      | 14,26        | 16,31     |              |              | 4,83         | 7,19          | 13,80       | 15,40      |
| Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 39,48                      | 35,21        | 39,48     |              |              | 7,62         | 21,72         | 31,68       | 38,71      |
| Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,47                       | 2,00         |           |              |              | 1,24         | 1,03          | 0,65        | 2,13       |
| Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10,56                      | 10,15        | 8,90      |              |              | 5,74         | 5,65          | 7,00        | 9,88       |
| Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,62                       | 0,88         |           |              | 0,20         |              |               |             | 0,65       |
| Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,04                       | 0,71         |           | 2,21         | 1,99         | 0,71         | 1,08          | 0,44        | 1,16       |
| Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            |              |           | 5,88         | 6,66         | 2,30         |               |             |            |
| Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            |              |           | 3,57         | 4,77         | 1,30         |               | 0,41        |            |
| Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            |              |           | 3,10         | 4,76         | 1,10         |               |             |            |
| Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            |              |           | 1,26         | 1,41         | 1,17         |               |             |            |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |                            |              |           | 50,26        | 40,04        | 14,90        |               |             |            |
| Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            |              |           |              | 0,29         |              |               |             |            |
| ThO                            |                            |              |           |              | 1,30         | 3,05         | 3,40          |             | 0,76       |
| ΣREE                           | 68,59                      | 63,21        | 55,79     | 66,75        | 59,83        | 35,17        | 36,67         | 46,48       | 67,93      |

Дальнейшее переотложение REM происходит на кварц-сульфидно-карбонатной и кварц-сульфидно-баритовой стадиях, что хорошо наблюдается в приальбановых участках развития сульфидсодержащих кварцевых жил (рис. 3).

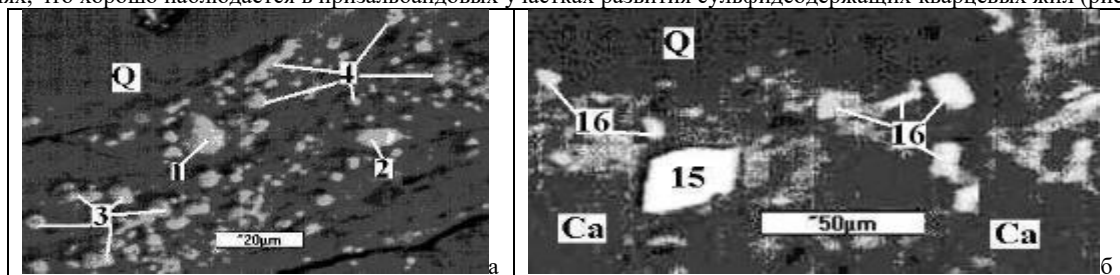


Рис. 3. А) включения фосфатов REE Ce<sub>g</sub> (3, 4 и другие более мелкие), оксидов железа (1, 2) в слюдяном агрегате на контакте с кварц-сульфидсодержащей жилой (Q). Б) включения иттрий содержащих карбонатов REE Ce<sub>g</sub> (16), метатейнерита (15) в зоне контакта карбоната (Ca) частично замещенном сидеритом (неправильные светлые выделения) и кварца (Q).

Таблица 2

Содержания компонентов в фосфатах REE Ce<sub>g</sub> (3, 4), иттрий содержащих карбонатах REE Ce<sub>g</sub> (16), метатейнерите (15), карбонате (7) и оксидах железа (1, 2), (мас. %).

| Компоненты                     | Номера анализов |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 3               | 4     | 16    | 15    | 1     | 2     |
| SiO <sub>2</sub>               | 18,60           | 15,04 |       |       | 3,81  | 4,63  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 35,14           | 36,18 |       |       |       |       |
| K <sub>2</sub> O               |                 | 2,16  |       |       |       |       |
| CaO                            | 0,98            | 1,12  | 15,34 |       | 0,72  | 0,68  |
| SO <sub>3</sub>                |                 |       |       |       | 0,66  | 1,00  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                 |       | 0,79  | 1,77  | 93,03 | 91,65 |
| MnO                            |                 |       |       |       | 0,49  | 0,28  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 21,88           | 23,61 |       |       |       |       |
| CuO                            | 2,91            | 1,97  |       | 1,47  | 0,47  | 0,89  |
| UO <sub>2</sub>                |                 |       |       | 50,91 |       |       |
| As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                 |       |       | 19,90 |       |       |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,31            | 4,45  |       |       |       |       |
| Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10,03           | 11,19 | 10,44 |       |       |       |
| Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,10            | 3,58  | 7,76  |       |       |       |
| Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                 |       | 1,22  |       |       |       |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |                 |       | 1,98  |       |       |       |
| ΣREE                           | 17,44           | 19,22 | 21,40 |       |       |       |

В зоне окисления кварц-сульфид-карбонатных образований REE, приобретая наибольшую подвижность, ассоциируют с титансодержащими соединениями, образуют карбонаты Y<sub>g</sub> (рис. 4-А), выполняют полости и корки в сидерите в виде оксидов REE Ce<sub>g</sub> (рис. 4-Б), накапливаются (Nd, Sm, Gd при сумме оксидов до 3%) совместно с

танталом и ниобием. В окисленных породах при полном выносе всех REE наиболее инертным оказывается церий, который сорбируется на марганцовистых корках совместно с Cu, Pb (рис. 5-А) или железисто-марганцовистых почках совместно с Cu, Zn, Pb (рис. 5-Б), (табл. 3).

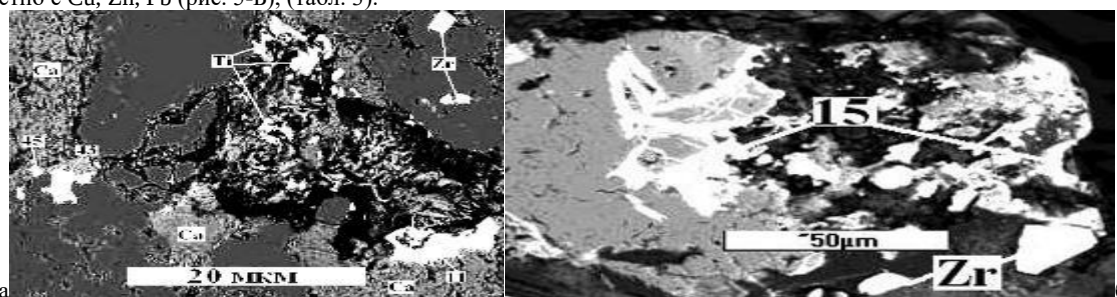


Рис. 4. А) титансодержащие карбонаты REM Y<sub>g</sub> (43, 45) на контакте кварца (темное) и карбонатов (Ca). Б) корки и прожилки оксидов REE Ce<sub>g</sub> (15) в сидерите.

Таким образом установлено, что в альбитизированных, хлоритизированных и сульфидизированных гранитоидах монацит образует неправильные скопления (20х30 мкм) в альбите, микронные зерна в рутиле, на стадии безтитизации REM имеют компактное сложение, близкий к теоретическому состав (Семенов, 2001), тяготеют к скоплениям титановых минералов, что подтверждает представление И. В. Мельникова и др. (1996) о совместном нахождении Ti, P, REE характерных для высокотемпературных гидротермальных растворов.

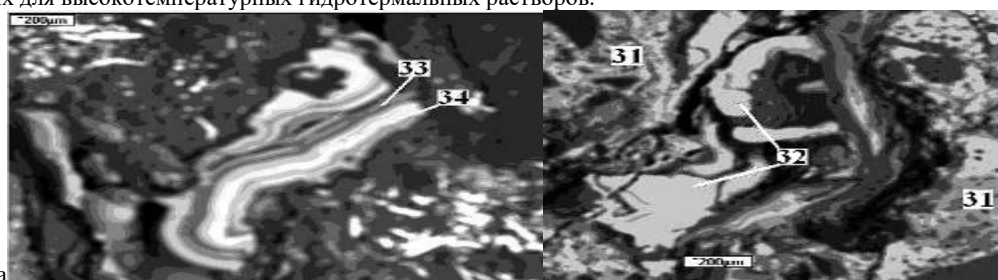


Рис. 5. А, Б) церийсодержащие марганцовистые корки со Cu, Pb, оксиды свинца (яркие) в карбонате (темное) (обр. к801).

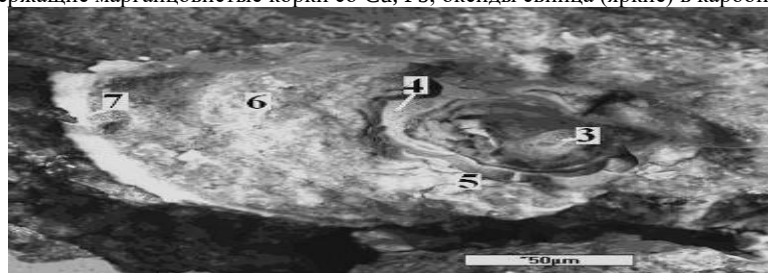


Рис. 6. Церийсодержащая железисто-марганцовистая почка с Cu, Zn, Pb (обр. к802).

Таблица 3

Церийсодержащие марганцовистые корки (31, 32, 33, 34) и железисто-марганцовистые почки (3-7) (мас. %).

| Компоненты                     | Номера анализов |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 31              | 32    | 33    | 34    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| SiO <sub>2</sub>               |                 |       |       |       | 5,25  | 7,58  | 7,14  | 23,32 | 6,73  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,76            | 5,25  | 10,39 | 10,96 | 10,11 | 8,45  | 6,62  | 18,52 | 1,54  |
| CaO                            | 0,16            | 0,52  | 0,70  | 0,18  | 1,23  | 0,46  | 0,88  | 0,25  | 0,75  |
| FeO                            |                 |       |       |       | 2,07  | 1,83  | 6,76  | 5,17  | 2,54  |
| MnO                            | 15,57           | 16,39 | 16,77 | 12,86 | 17,69 | 18,20 | 13,24 | 2,86  | 3,14  |
| SO <sub>3</sub>                |                 | 1,87  | 1,72  | 1,75  | 1,10  | 1,69  | 1,28  | 0,65  | 1,54  |
| CuO                            | 12,70           | 13,22 | 11,66 | 10,56 | 2,38  | 16,11 | 3,95  | 1,75  | 1,99  |
| ZnO                            |                 |       |       |       | 4,31  | 3,95  | 1,26  | 0,78  | 0,53  |
| PbO                            | 22,57           | 21,72 | 17,51 | 19,99 | 8,08  | 7,46  | 18,05 | 6,78  | 16,16 |
| Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17,73           | 15,59 | 17,73 | 20,78 | 0,60  | 0,92  | 6,09  | 9,34  | 41,84 |

При развитии (наложении) кварц-сульфидно-карбонатной, кварц-сульфидно-баритовой стадий REM переотлагаются со значительным изменением их элементного состава, морфологии, образуя зоны протяженностью в первые мм. В горных породах, характеризующих вышеприведенные стадии гидротермального изменения и подвергшихся процессам гипергенного изменения (особенно сульфидсодержащие), сопровождающие их REM претерпевают коренные изменения вплоть до выноса всех REE за исключением церия. Парагенетические ассоциации церия с Cu, Zn, Pb в зоне окисления могут использоваться в качестве поискового признака нахождения рудных концентраций цветных и других металлов на более глубоких горизонтах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лаверов Н. П., Величкин В. И. Власов Б. П., Алешин А. П., Петров В. А. Урановые и молибден-урановые месторождения в областях развития континентального внутрикорового магматизма: геология, геодинамические и физико-химические условия формирования. – М.: ИФЗ РАН, ИГЕМ РАН, 2012. – 320 с.
2. Мельников И. В., Стрельцов В. А., Тимофеев А. В. Минералого-геохимические особенности молибден-урановых месторождений Каттасай-Алатаньгинского рудного поля (Узбекистан) // Геология руд месторождений. 1996. Т. 38. № 3. С. 258-277.
3. Семенов Е. И. Оруденение и минерализация редких земель, тория и урана (лантанидов и актинидов). – М.: ГЕОС. 2001. 307 с.
4. Soatov N.T., Koldaev A.A. Rare-earth minerals in the works of Substrate oxidation zone (molybdenum uranium Kattasay-Alatangen ore field in Uzbekistan) // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences. – India, ISSN: 2277 - 2020. - Vol. 9(3). pp. 1-6.
5. Соатов Н.Т. Древние выработки - как показатель перспективности недр района работ. // Проблемы геологии и освоения недр 1-том г. Томск. - Р.: - 2016. - С. 261-262.