

# ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ РАНЕЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА

К.С. САНАКУЛОВ<sup>1</sup>, генеральный директор, д.т.н., профессор

Ш.Ш. АЛИКУЛОВ<sup>2</sup>, проректор по международным отношениям, д.т.н.

У.З. ШАРАФУТДИНОВ<sup>1</sup>, начальник управления

Р.Р. ИБРАГИМОВ<sup>2</sup>, докторант

<sup>1</sup>АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», Навоий, Узбекистан

<sup>2</sup>Навоийский государственный горно-технологический университет, Навоий, Узбекистан

## Аннотация

В статье приведены геофизические исследования в технологических скважинах, систематизация и анализ геологических и геотехнологических условий и основные факторы при эксплуатации технологических блоков, способствующие образованию застойных зон с остаточными запасами и формированию техногенных скоплений урана. Предложен метод прогноза и дана оценка (стандартная методика) техногенной руде для увеличения минерально-сырьевой базы урановых месторождений.

**Ключевые слова:** подземное выщелачивание, руды, добыча, месторождения, дробление, уран, транспортировка, хранение отвалов забалансовые урановые руды, сооружения хвостохранилищ.

**Введение.** Подземное выщелачивание (ПВ) является способом разработки рудных месторождений без поднятия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов минералов в продуктивный раствор непосредственно в недрах. Данный метод осуществляется бурением скважин через рудные тела, подачей раствора и подъема минерал содержащих растворов на поверхность, извлечением из них минерала на сорбционных ионообменных установках, добавлением кислоты в маточные растворы и повторной закачкой их в недра. При этом урансодержащая руда остается под землей в отличие от традиционных методов добычи (шахтный и карьерный), требующих значительных затрат на рекультивацию, в связи с чем данный метод ПВ отличается высокой экологической безопасностью, низкими затратами и упрощенностью технологических операций [1].

Данная работа позволит в процессе эксплуатации месторождения выделить застойные слабо прорабатываемые выщелачивающими растворами зоны и выявить участки с высокой проницаемостью, могущие привести к образованию каналов преимущественной фильтрации, что ведет к недоизвлечению урана из недр. Теоретические результаты данной работы позволят выработать способы проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока и разработать проект технологических скважин по проработке месторождений; что в свою очередь позволит более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр.

В связи с вышесказанным, исследования, проведенные в данной работе, являются достаточно актуальными.

Предложенный ниже подход вовлечения техногенных и оставшихся урановых руд в повторную многократную отработку может быть успешно интегрирован существующие геологические подразделения предприятий.

Нарушение гидродинамического режима технологических скважин, не соблюдение баланса между откачными и закачными скважинами в пределах каждого эксплуатационного блока и неоднородности пласта, которые приводят к существенным

перетокам продуктивных растворов в смежные блоки, а также наличие глинистых пропластков в рудных горизонтах через которые фильтруются потоки продуктивных растворов, - все это приводит к значительному перераспределению урана в недрах, частичному вторичному обогащению его между ячейками, блоками и за пределами блоков. В свою очередь вышеуказанные причины способствует новообразованию скоплений урана, которые в литературе названы застойными зонами.

Эффект новообразованных скоплений урана с образованием маломощных небогатых рудных тел наблюдается обычно в верхах разреза, при расположении скважины в ближайшей периферии от крайней закачной, внутри или за геометрическим контуром технологического блока, и гипсометрический выше ближайших закачных фильтров, либо в самых низах разреза, ниже уровней фильтров технологических скважин.

Для образования концентраций переотложенного урана, важны два условия:

- наличие восстановленных песков, с проницаемостью не выше основного объема рудной части разреза, расположенных выше или ниже рудных интервалов;
- невысокая длительность проработки горнорудной массы блока или его части.

Оценка критичной продолжительности пока может быть дана с некоторой степенью обоснованности; например, на основе оценки количества гидродинамических циклов, в каждом из которых выносятся определённое количество металла, и определенное количество кислоты прореагирует с горнорудной массы [11].

Важным представляется также подтверждение накопления техногенного урана в ближней законтурной периферии закачных скважин. Ореол законтурной новообразованных скоплений можно ограничить, по факту контрольного бурения, расстояниями 5-15 м от геометрического контура блока, за исключением площади влияния откачного ряда на половину расстоянии между откачными и закачными рядами. Также определяющее влияние как на площадь развития новообразований скопление урана, так и на степень сохранности законтурных рудных интервалов оказывает направление миграции растворов.

**Методика прогнозирования и оценки остаточных и новообразованных скоплений урана.** В разработанной методике прогноза и оценки остаточных запасов урана на технологических блоках и их периферии можно уследить прогнозные площади по месту локализации в рамках следующей классификации:

- приуроченные к надфильтровым интервалам;
- приуроченные к остаточному урану в фильтровых интервалах;
- приуроченные к подфильтровым интервалам;
- приуроченные к вероятным областям гравитационной миграции;
- приуроченные к законтурным образованиям, определяющим возможность прироста запасов технологического блока.

По условиям и ограничениям в оценке ресурсов остаточного урана основой прогноза и оценки служат карты продуктивности, карты распространения над – и подфильтровых рудных интервалов, литолого-фильтрационные разрезы и гидродинамические модели. Для оценки ресурсов остаточного урана вводятся поправки отдельно для надфильтровых и для подфильтровых интервалов. В оценке остаточных рудных интервалов в пределах фильтров просчитывается только область с исходной продуктивностью свыше заранее выбранного порогового значения. Оценка интенсивности отработки рудных интервалов дает возможность прогноза остаточного урана непосредственно в фильтровых интервалах и также способствует оценке вероятности растекания растворов вниз/вверх по разрезу от фильтра.

В исходной постановке задача сводится к прогнозу и обоснованию технологической и экономической целесообразности выполнения комплекса горно-подготовительных работ на остаточный уран в блоках. Для реализации этой цели выполняется следующей последовательности работ:

На первом этапе формируется база по рудоносности, геометрическим и морфологическим характеристикам руд, положению фильтров и литологическим разностям, на базе которой осуществляется картографирование характеристик рудоносности территории блоков. При картографировании блоков учитываются важные показатели, которые позволят выделить области повышенного технологического интереса и отражаются в следующем списке:

- продуктивности;
- рудной мощности;
- соотношения фильтра и рудной мощности;
- разница между положением верхней отметки фильтра и кровли балансовых руд;
- наличия нижнего водоупора и мощности песков между нижней отметкой фильтров и кровлей нижнего водоупора.

На следующем этапе проводятся исследования по определению мощности активной фильтрации продуктивного горизонта, соотношения длины фильтров с рудоносностью и активной мощностью, а также проводятся анализ работы фильтров. Все это ложится в основу создания гидродинамической модели на территории блока, выделенного для исследования остаточного запаса урана. Создание гидродинамической модели позволит напрямую увидеть застойные зоны и зоны законтурного растекания. По результатам моделирования выделяется ячейка с повышенным технологическим интересом. Исследования проводятся по результатам комплексных каротажей и КНД - каротажа.

Оценка остаточных запасов проводится классическим способом по выделенной ячейке. Главным критерием выделения ячейки является ее замкнутость, когда закачные скважины формируют поле давлений, замкнутое на одну или несколько откачных скважин.

Оценка остаточных запасов урана в блоке. Для прогнозирования и оценки остаточных запасов урана технологического блока №-5-134 требовалось обозначить возможные «застойные» зоны. Формирование застойных зон базируется на ряде факторов, которые были описаны выше.

Для прямого определения содержания урана в рудах без кернового опробования было принято решение провести КНД-м каротаж на всех скважинах блока (табл. 1), Для оконтуривания балансовых руд для “повторной” отработки был принят минимальный метропроцент 0,035 м% [12].

Как видно из табл. 1 результаты каротажа КНД-м показали высокое содержание урана в скважине 135-54. Исходя из этого, было принято решение о проведении аналитических исследований по ячейке скважины 134-17.

Выявление застойных зоны вокруг скважины 135-54 изучалось на основе гидродинамических факторов, а именно на анализе работы фильтров всех скважин данной ячейки и объемами закачек в них (табл 2). По изученным гидродинамическим факторам выявлены две основные причины, подтверждающие наличие застойной зоны вокруг верхней части фильтровый интервале закачной скважины под номером 135-54.

1. В настоящее время дебит откачной скважины 134-17 исследуемой ячейки составляет 16,8 м<sup>3</sup>/час и скважины 134-16 соседней ячейки 5,0 м<sup>3</sup>/час. Есть большая вероятность, что основной объем фильтрующего потока закачиваемого раствора через скважину 135-54 движется к откачной скважине исследуемой ячейки (134-17). Нарушение гидродинамической интерференции скважины 134-54 обуславливает неравномерность скорости фильтрации как по разрезу, так и в плане, которое определяет формирование и существование застойной зоны, содержащий остаточный уран.

2. При изучении расположения фильтров по глубине видно, что фильтр от закачной скважины 135-54 находится на 1м выше от фильтра откачной скважины исследуемой ячейки и на 5,5м выше, чем от фильтра откачной скважины соседней ячейки (рис.1). Данный факт может привести к неравномерной работе фильтра скважины по длине. Исходя из этого можно разделить фильтр по длине на две зоны, работающие в пассивном и

активном режимах. Это объясняется движением закачиваемого раствора по нижней части фильтра скважины 135-54, которое работает в активном режиме, обусловлено это следующим:

- во-первых, литологическая разность в интервале фильтров, вероятное поглощение (сорбируемость) урана непроницаемыми глинами локализованные на верхнем интервале фильтра скважины 135-54;

- во-вторых, фильтр откачной скважины 134-17 находится ниже и режим работы электропогружного насоса в нем создает воронку депрессии и закачиваемый раствор стремится к откачной скважине, не фильтруя рудный интервал по всей длине фильтра. Из-за чего верхняя часть фильтра работает в пассивном режиме - раствор не может полностью охватывать рудный интервал над фильтровой и фильтровой зоной.

Таблица 1

## Результаты КНД-м каротажа блока 134

| №        | № скв  | Интервал, м |        | Мощность пласта, м | Содержание урана, % | Метпроцент, м% |
|----------|--------|-------------|--------|--------------------|---------------------|----------------|
|          |        | от          | до     |                    |                     |                |
| песок    | 134-15 | 254,35      | 255,85 | 1,5                | 0,011               | 0,017          |
| песок    |        | 256,35      | 257,25 | 0,7                | 0,013               | 0,009          |
| Итого    |        |             |        | 2,2                | 0,024               | 0,026          |
| песчаник | 134-16 | 261,55      | 262,05 | 0,5                | 0,013               | 0,007          |
| песок    | 134-17 | 251,75      | 252,25 | 0,5                | 0,022               | 0,011          |
| песчаник |        | 258,15      | 259,35 | 1,2                | 0,044               | 0,053          |
| песчаник | 134-18 | 250,25      | 251,75 | 15                 | 0,028               | 0,042          |
| песчаник | 135-47 | 264,65      | 264,95 | 0,3                | 0,012               | 0,003          |
| песчаник | 135-48 | 262,95      | 263,45 | 0,5                | 0,025               | 0,013          |
| песчаник | 135-51 | 240,15      | 241,65 | 1,5                | 0,016               | 0,024          |
|          |        | 244,95      | 245,75 | 0,8                | 0,025               | 0,02           |
| Итого    |        |             |        | 2,3                | 0,02                | 0,046          |
| песок    | 135-52 | 242,55      | 243,25 | 0,7                | 0,024               | 0,017          |
| песчаник |        | 245,85      | 246,45 | 0,6                | 0,021               | 0,013          |
| Итого    |        |             |        | 1,3                | 0,022               | 0,029          |
| песчаник | 135-53 | 262,05      | 263,35 | 1,3                | 0,024               | 0,031          |
| песок    | 135-54 | 250,65      | 252,75 | 2,1                | 0,068               | 0,143          |
| песчаник | 135-55 | 237,55      | 238,35 | 0,8                | 0,124               | 0,099          |
| песчаник | 135-56 | 248,95      | 249,45 | 0,5                | 0,031               | 0,016          |
| песчаник |        | 251,25      | 251,75 | 0,5                | 0,02                | 0,01           |
| Итого    |        |             |        | 1                  | 0,0255              | 0,026          |

Приуроченность литологического разнообразия (по степени проницаемости) к фильтровому интервалу, анализе карты продуктивности и карты рудных интервалов дает возможность прогнозировать наличие остаточного запаса урана верхней части рудного интервала. Оценка интенсивности отработки рудных интервалов дает возможность прогноза остаточного запаса урана в фильтровых интервалах, также способствует оценки вероятности растекания растворов.

Для оценки количества остаточного урана проводят подсчет запасов по выявленной зоне согласно стандартному методу основой которой является линейные запасы. Из-за отсутствия данных по разведочным подсчетам, подсчет запасов проведен по результатам комплексных каротажей (табл. 3 и 4).

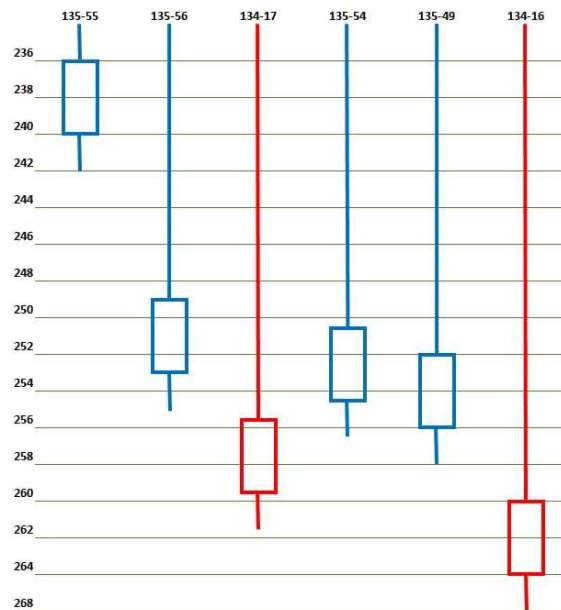


Рис.1. Взаиморасположение скважинных фильтров по глубине в исследуемых ячейках

Таблица 2

Данные по блоку 134

| №   | Тип скважины |        | Дебит (если закачная, то приемистость) | Интервал установки фильтра | Динамический уровень скважин | Статический уровень скважин |
|-----|--------------|--------|----------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|     | Зак          | Отк    |                                        |                            |                              |                             |
| 1.  | 135-47       |        | 5.1                                    | 258.5-262.5                |                              | 65                          |
| 2.  | 135-48       |        | 4.7                                    | 262-266                    |                              | 68.5                        |
| 3.  | 135-49       |        | 6.6                                    | 252-256                    |                              | 69                          |
| 4.  | 135-50       |        | 1.1                                    | 255.5-259.5                |                              | 71                          |
| 5.  | 135-51       |        | 3.3                                    | 240-244                    |                              | 68                          |
| 6.  | 135-52       |        | 9.0                                    | 241.5-245.5                |                              | 85                          |
| 7.  | 135-53       |        | 0.1                                    | 252-256                    |                              | 67                          |
| 8.  | 135-54       |        | 4.0                                    | 250.5-254.5                |                              | 71                          |
| 9.  | 135-55       |        | 7.2                                    | 236-240                    |                              | 73                          |
| 10. | 135-56       |        | 3.2                                    | 249-253                    |                              | 59                          |
| 11. |              | 134-15 | 9.0                                    | 255.5-259.5                | 153                          | 72                          |
| 12. |              | 134-16 | 5.0                                    | 260-264                    | 180                          | 59                          |
| 13. |              | 134-17 | 16.8                                   | 255.5-259.5                | 80                           | 65                          |
| 14. |              | 134-18 | 3.0                                    | 248.5-252.5                | 150                          | 53                          |

Таблица 3

Вычисление средних параметров по подсчетным блокам урановых руд

| №                                | Номера скважин | Рудный интервал, м |        | Параметры руды |       |        |
|----------------------------------|----------------|--------------------|--------|----------------|-------|--------|
|                                  |                | От                 | До     | т, м           | С, %  | тС, м% |
| 1                                | 135-55         | 237,55             | 238,35 | 0,80           | 0,124 | 0,099  |
| 2                                | 134-17         | 258,15             | 259,35 | 1,20           | 0,044 | 0,053  |
| 3                                | 135-54         | 250,65             | 252,75 | 2,10           | 0,068 | 0,143  |
| Сумма по блоку                   |                |                    |        | 4,10           |       | 0,295  |
| Среднее по блоку                 |                |                    |        | 1,37           | 0,072 | 0,098  |
| Коэффициент рудоносности 3:3=1,0 |                |                    |        |                |       |        |

Таблица 4

## Подсчет запасов урана по блоку № 134 на трех балансовых скважинах

| Категория запасов блока                     | Площадь блока, тыс. м <sup>2</sup> (S)    | Коэффициент рудоносности, (K <sub>руд</sub> ) | Площадь блока с учетом K <sub>руд</sub> , тыс. м <sup>2</sup> | Средняя мощность руды, м (M) |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1-1-С1                                      | 3,9                                       | 1                                             | 3,9                                                           | 1,37                         |
| Объем руды в блоке, тыс. м <sup>3</sup> (V) | Объемная масса руды, т/м <sup>3</sup> (D) | Запасы руды, тыс. т (Q)                       | Среднее содержание урана, % (C)                               | Запасы урана, т (P)          |
| 5,43                                        | 1,94                                      | 10,36                                         | 0,072                                                         | 7,5                          |

Результаты табл. 3 и 4 также подтверждает перспективность остаточного урана вокруг этой скважины и возможное формирование ее в застойной зоне.

Таким образом, после выявления остаточного запаса урана создана каркасная модель и карта продуктивности компьютерной программой «MistoMine», чтоб визуализировать залежи остаточного запаса урана сверху (рис. 2).

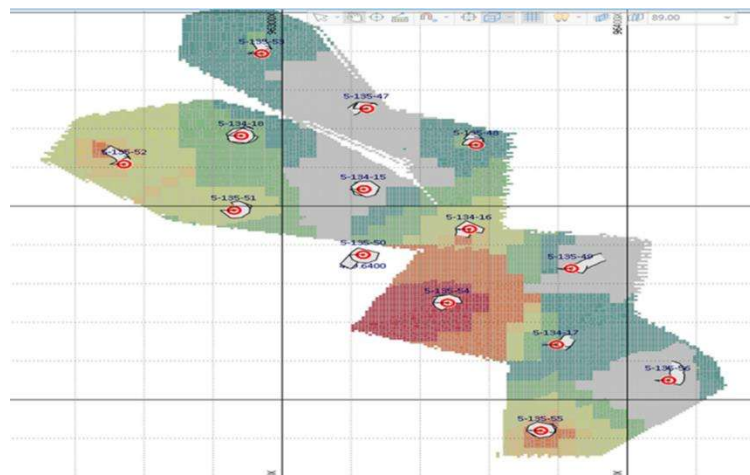


Рис 2. Карта продуктивности блока 134

Как видно из рис. 2, учитывая простирание залежи, рекомендуется следующая последовательность «повторной» отработки остаточного запаса урана:

1. Пробурить контрольную скважину с обсадкой и установкой фильтра (универсальную с целью закачки и откачки раствора) на рудном горизонте 250-253м на расстоянии 25-30 метров от скважины под номером 135-54 по профилю;

2. В пробуренной скважине провести комплекс каротажей в том числе КНД-м; провести строительную прокачку и проанализировать жидкие пробы на уран, pH и т.п;

3. На основе сопоставления результатов гамма-каротажа и КНД-м проанализировать состав вод с продуктивного горизонта, наличие в нём повышенных концентрации урана и примесей.

4. После подтверждения допустимой концентрации урана, начать проработку в режиме push-pull, то есть закачивать рабочий раствор с целью закисления горизонта и через определенное время откачивать продуктивный раствор, сформировавшиеся в рудном горизонте.

В соответствии полученными данными рентгенофлуоресцентного анализа, указывающих на низкие содержания в керновых пробах золота-Au (<0,10–0,56 г/т), Cr (45,8 г/т), Se (3г/т), Se (17г/т) и других металлов дополнительно был проведен более чувствительный метод в виде пробирного анализа сборных керновых проб. На рис. 3. показан внешний вид измельченных керновых проб, подготовленных для исследования пробирного анализа.



**Рис. 3. – Внешний вид измельченных керновых материалов, подготовленных для пробирного анализа.**

Результаты анализа показали, что приведенные в табл. 3.4 надрудная проба по скважине массовая доля золота составляла 0,20 г/т, в рудной пробе скважины содержание золота составляло менее 0,02 г/т, тогда как в подрудной пробе скважины было максимальным и соответствовала 0,56 г/т. Добыча золота в подрудном горизонте скважины проявляет рентабельность, а в рудном горизонте скважины, результаты продуктивных растворов достаточно низкие.

Приведены результаты полного химического анализа керновых проб. Исходя из результатов анализа разработка технологии по извлечению наряду золота, также других элементов, может привести к снижению себестоимости основного добываемого продукта. Так как кроме золота, представляет интерес извлечения церия (17,0 г/т), лантана (7,2 г/т), самария (2,2 г/т), рубидия (75,9 г/т), хрома (45,8 г/т).

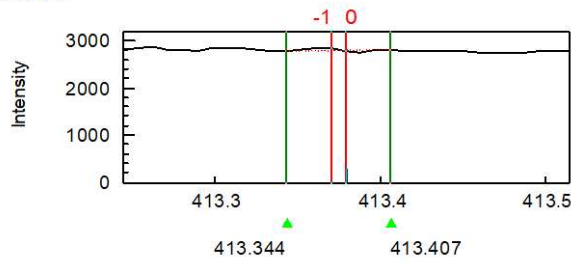
На рис 4 графически приведены показатели содержания цветных, редких и редкоземельных элементов.



**Рис. 4. Результаты химических анализов рудных проб.**

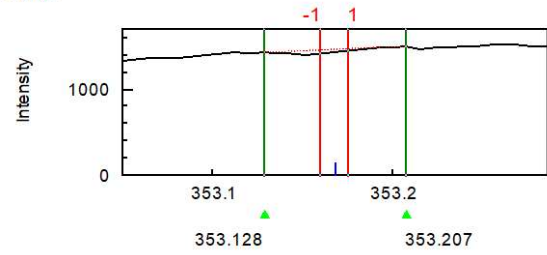
Результаты масс-спектрометрического анализа (рис. 5) позволили определить спектральные профили редкоземельных элементов всех, обнаруженных в пробах.

Ce 413.380 Best  
Cond 1



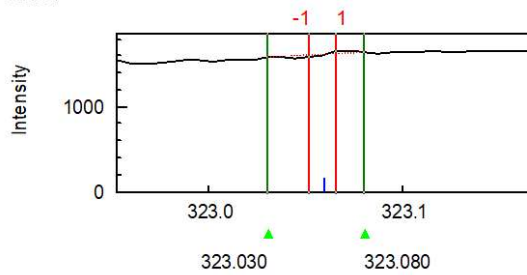
Спектральный профиль церия

Dy 353.170  
Cond 1



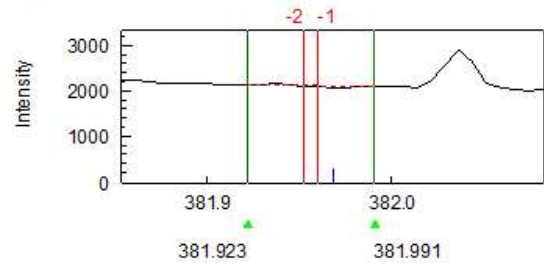
Спектральный профиль диспрозия

Er 323.058  
Cond 1



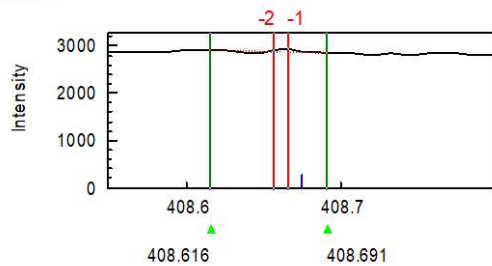
Спектральный профиль эрбия

Eu 381.967 Best  
Cond 1



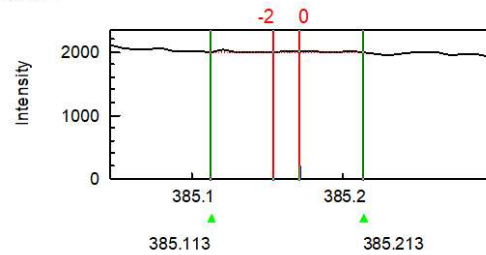
Спектральный профиль европия

La 408.672  
Cond 1



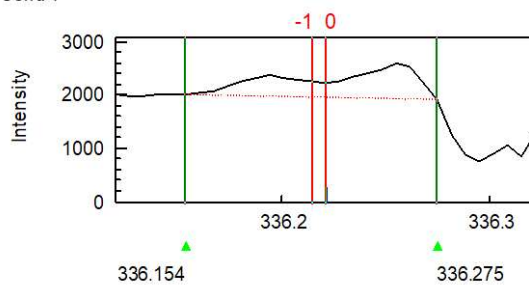
Спектральный профиль гадолиния

Nd 385.175  
Cond 1



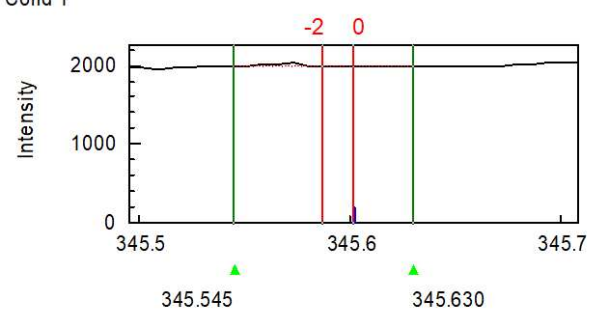
Спектральный профиль гольмия

Gd 336.223  
Cond 1

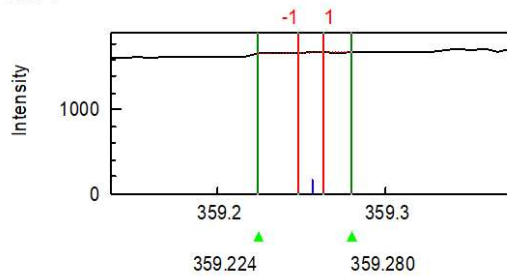


Спектральный профиль лантана

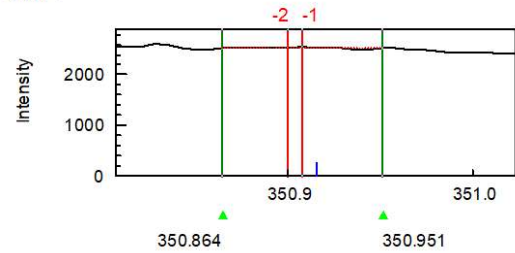
Ho 345.600 Best  
Cond 1



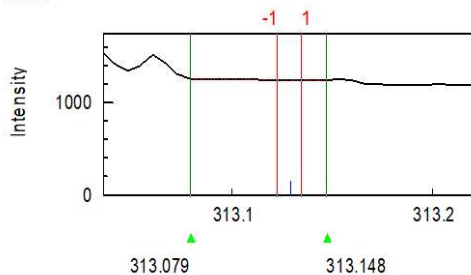
Спектральный профиль неодима

Sm 359.260 Best  
Cond 1

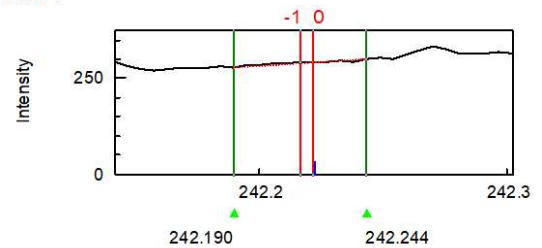
Спектральный профиль самария

Tb 350.917 Best  
Cond 1

Спектральный профиль тербия

Tm 313.126 Best  
Cond 1

Спектральный профиль тулия

Y 242.220  
Cond 1

Спектральный профиль иттрия

**Рис. 5. Спектральные профили редкоземельных элементов в составе жидких проб**

**Вывод.** На основе проведенных исследований сделаны следующие заключения, имеющие практическую значимость:

- исследования по определению мощности активной фильтрации продуктивного горизонта, соотношения длины фильтров с рудоносностью и активной мощностью и анализ работы фильтров, укладывается в основу создания гидродинамической модели в пределах рудного блока;
- создание гидродинамической модели позволило более точно определить застойные зоны и зоны законтурного растекания;
- оценка остаточных запасов проводится классическим способом по выделенной ячейке. Главным критерием выделения ячейки является ее замкнутость, когда закачные скважины формирует поле давлений, замкнутое на одну или несколько откачных скважин.
- по результатам моделирования выделена ячейка с повышенным технологическим интересом, исследование проводилось по результатам комплексных каротажей и каротаж нейтронного деления-м каротажа;
- выявлен остаточный запас урана и создана каркасная модель, карта продуктивности компьютерной программой «MicroMine», что позволило визуализировать залежи с остаточным запасом урана;
- учитывая простираение залежи, рекомендована последовательность «повторной» отработки остаточных запасов урана. Это свои очередь позволить дополнительно увеличивать-ресурсные базы и извлечения урана из недра.

#### Библиографический список

1. Белецкий В.И., Богатков Л.К., Волков, Н.И. и др. // Справочник по геотехнологии урана. под ред. Д.И.Скороварова.-М.: Энергоатомиздат, 1997. - 672 с.

2. Каракоцкая И.А. // Математическая модель отработки месторождения способом скважинного подземного выщелачивания: дис. канд. физ. мат. наук: - Екатеринбург: Уральский государственный университет, 2006. – 143 с.
3. Инструкция по подземному скважинному выщелачиванию урана. - Алматы, 2006. - 181с.
4. Язиков В.Г., Легавко А.В. // Особенности проведения геофизических исследований в скважинах при изучении и освоении инфильтрационных (гидрогенных) месторождений урана. - Томск: Издательство ТПУ, 2012. – С. 12.
5. Инструкция по подземному скважинному выщелачиванию урана. - Алматы, 2006. - 181с.
6. Темирханова Р., Сыздыкова М. // Подсчет стволовых запасов урана по данным гамма-каротажа в программе GIK // Журнал «Промышленность Казахстана». - Алматы, 2015. - С. 79-80.
7. Хайкович И.М. // Шестнадцать лекций по геофизическим методам каротажа на месторождениях урана, предназначенных для отработки подземным скважинным выщелачиванием. - Санкт-Петербург, 2013. – 100 с.
8. Демехов Ю.В. // Каротаж нейтронов деления (КНД-м) при разведке и эксплуатации месторождений урана гидрогенного типа. - Екатеринбург, 2013. – 221.
9. Кожаметов С.К., Поеджаев И.П. и др. // Исследование законтурного закисления/выщелачивания методами моделирования гидродинамики и массопереноса. //Актуальные проблемы урановой промышленности, VII МНПК. Алматы, 2014, с. 161-174.
10. Крайнов Р., Рыженко Б.Н., Швеи В.М. // Геохимия подземных вод: теоретические, прикладные и экологические аспекты // Рос. акад. наук, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского; отв.ред. Н. П. Лавров. М.: Наука, 2004. 676 с.
11. Наврузов Т.Ю., Бабаев В.К., Норбоев А. Каримов И.А. // Практика при «повторной» отработке запасов месторождения сабырсай способом подземного выщелачивания» Горный вестник Узбекистана № 1 (84) 2021. С. 30

## RESEARCH OF THE TECHNOLOGY OF DEVELOPMENT OF PREVIOUSLY UNCONDITIONAL URANIUM DEPOSITS

### Information about authors

**K.S. SANAKULOV**<sup>1</sup>, General Director, Doctor of Technical Sciences, Professor  
**Sh.Sh. ALIKULOV**<sup>2</sup>, Vice-Rector for International Relations, Doctor of Technical

Sciences

**W.Z. SHARAFUTDINOV**<sup>1</sup>, Head of Department

**R.R. IBRAGIMOV**, [jurayevakbar@mail.ru](mailto:jurayevakbar@mail.ru)

<sup>1</sup>JSC Navoi Mining and Metallurgical Combine, Navoi, Uzbekistan

<sup>2</sup>Navoi State Mining and Technological University, Navoiy, Uzbekistan

### Abstract

*The studies included geophysical studies in technological wells, systematization and analysis of geological and geotechnological conditions and the main factors in the operation of technological blocks that contribute to the formation of stagnant zones with residual reserves and the formation of man-made uranium accumulations. A forecast method is proposed and an assessment (standard method) of technogenic ore is given to increase the mineral resource base of uranium deposits.*

**Key words:** *in-situ leaching, ores, mining, deposits, crushing, uranium, transportation, storage of dumps, off-balance uranium ores, tailing facilities.*

### Reference

1. Beletsky V.I., Bogatkov L.K., Volkov, N.I. et al. // Reference book on uranium geotechnology. ed. D.I.Skorovarova.-M.: Energoatomizdat, 1997. - 672 p.

2. Karakotskaya I.A. // Mathematical model of mining the deposit by the method of borehole underground leaching: dis. cand. physical mat. Sciences: - Ekaterinburg: Ural State University, 2006. - 143 p.
3. Instructions for underground borehole leaching of uranium. - Almaty, 2006. - 181s.
4. Yazikov V.G., Legavko A.V. // Features of geophysical research in wells during the study and development of infiltration (hydrogenous) uranium deposits. - Tomsk: TPU Publishing House, 2012. - P. 12.
5. Koval P.V. Hydraulics and hydraulic drive of mining machines: A textbook for universities in the specialty "Mining machines and complexes". - Moscow: "Engineering", 1979. - 319 p.
6. Instructions for underground borehole leaching of uranium. - Almaty, 2006. - 181s.
7. Temirkhanova R., Syzdykova M. // Calculation of stem uranium reserves according to gamma-ray logging data in the GIK program // Journal "Industry of Kazakhstan". - Almaty, 2015. - S. 79-80.
8. Khaikovich I.M. // Sixteen lectures on geophysical methods of logging in uranium deposits intended for underground well leaching. - St. Petersburg, 2013. - 100 p.
9. Demekhov Yu.V. // Fission neutron logging (FND-m) in the exploration and exploitation of hydrogen-type uranium deposits. - Yekaterinburg, 2013. - 221.
10. Kozhakhmetov S.K., Poezzhaev I.P. et al. // Study of aquifer acidification/leaching by methods of modeling hydrodynamics and mass transfer. // Actual problems of the uranium industry, VII MNPK. Almaty, 2014, p. 161-174.
11. Krainov R., Ryzhenko B.N., Shvets V.M. // Geochemistry of groundwater: theoretical, applied and environmental aspects // Ros. acad. Sciences, Institute of Geochemistry and Analyst. chemistry them. V. I. Vernadsky; ed. N. P. Laverov. M.: Nauka, 2004. 676 p.
12. Navruzov T.Yu., Babaev V.K., Norboev A. Karimov I.A. // Practice in the "re-development" of the reserves of the Sabyrsai deposit by the method of in-situ leaching "Mining Bulletin of Uzbekistan No. 1 (84) 2021. P. 30

## ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКОНА БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ В МАРКШЕЙДЕРСКОМ МОНИТОРИНГЕ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

**САЙИДКОСИМОВ С.С.**, профессор кафедры, д.т.н., проф.  
**НИЗАМОВА А.Т.**, доцент кафедры, PhD

*Ташкентский государственный технический университет,  
Ташкент, Узбекистан*

### **Аннотация**

*В статье проанализировано преимущество закона больших чисел во внедрении инновационной методологии маркшейдерского мониторинга в процессы развития принципиально новых технологий сбора, анализа, математической обработки, накопления, формализации, передачи и использования данных системы рационального недропользования в конкретных условиях цифровой трансформации горнодобывающей отрасли.*

**Ключевые слова:** закон больших чисел, недропользование, маркшейдерский мониторинг, горное предприятие, геомеханические процессы, база данных, случайные величины.

**Введение.** Проблема рациональной разработки месторождений полезных ископаемых занимает важное место в дальнейшем развитии горнодобывающей промышленности Республики Узбекистан. Геомеханическое обеспечения полноты и безопасной отработки месторождений полезных ископаемых регламентирует наиболее полное извлечение из недр