

ватность моделей, построенных методом минимальной кривизны, в значительной мере зависит от регулярности расположения рудных пересечений в плане. Их нерегулярность при значительной пространственной изменчивости может приводить к неоправданному завышению либо занижению результатов. Метод обратно взвешенных расстояний позволяет получать адекватные оценки геотехнологических параметров, однако дает не удовлетворительные пространственные распределения (формируются «пятна» вокруг исходных данных).

Наилучшими, как с точки зрения подсчетов геотехнологических параметров, так и с точки зрения получающихся распределений, являются кригинг и метод естественных соседей Сибсона (рис. 6). Причем последний метод значительно менее трудоемок и не требует к квалификации пользователя, что позволяет при минимальных трудозатратах получить адекватное распределение во всей области моделирования. К недостаткам этого метода следует отнести принципиальную ограниченность количества исходных данных, используемых при оценке значения рассматриваемой величины и, как следствие, чувствительность метода к ошибкам исходных данных и выбросам. Геостатистические методы лишены этих недостатков, однако значительно сложнее в использовании, требуют больших трудозатрат и высокой квалификации пользователя.

Построенные геолого-математические модели залежей Далматовского месторождения урана были использованы для расчета геотехнологических параметров подсчетных и эксплуатационных блоков с помощью модуля «Подсчет запасов». Адекватность цифровых моделей подтверждается соответствием результатов расчетов геотехнологических параметров различными способами, а также фактическими данными отработки соответствующих эксплуатационных блоков.

В АО «Далур» построенные цифровые модели геологической среды применяются для решения производственных задач на всех стадиях отработки запасов Далматовского месторождения урана. На стадии горно-подготовительных работ геолого-математические модели используются для создания планов вскрытия залежей и проведения прогнозных расчетов геотехнологических показателей отработки эксплуатационных блоков. При разработке месторождения модели являются основой для проведения геотехнологических расчетов процесса СПВ, с целью выявления участков блоков, где процессы СПВ происходят недостаточно эффективно. На стадии вывода из эксплуатации на основе моделей готовятся планы по извлечению урана из оставшихся целиков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голяков Е.Б., Несмачный Д.Е., Фуртова И.Б. Развитие специализированных информационных систем для обеспечения геологоразведочных работ // Разведка и охрана недр. — 2009. — № 8. — С. 49–52.
2. Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А. Информационное обеспечение геологоразведочных работ на инфильтрационном месторождении урана // Изв. Томского политех. ун-та. — 2009. — Т. 314. — № 5. — С. 85–90.
3. Истомин А.Д., Ладейщиков А.В., Носков М.Д., Чеглоков А.А. Применение геологической геоинформационной системы при проведении геологоразведочных работ на инфильтрационном месторождении урана // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 8. — С. 6–11.

4. Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А. Горно-геологическая информационная система для месторождения, разрабатываемого методом скважинного подземного выщелачивания // ГИАБ. — 2012. — № 7. — С. 178–183.
5. Datamine // CAE Mining. — 2015. URL: <http://www.dataminesoftware.com/software/> Дата обращения 01.06.15.
6. Mining Software & Geological Software // Micomine. — 2015. URL: <http://www.micromine.com/> Дата обращения 01.06.15.
7. RockWorks. // Earth science and gis software. — 2015. URL: <https://www.rockware.com/product/overview.php?id=165>. Дата обращения 01.06.15.

© Коллектив авторов, 2016

Истомин Андрей Дмитриевич // [istomin\\_a.d@mail.ru](mailto:istomin_a.d@mail.ru)  
Ладейщиков Анатолий Васильевич // [lav@grp71.ru](mailto:lav@grp71.ru)  
Лаптев Юрий Иванович // [laptev@dalur.ru](mailto:laptev@dalur.ru)  
Носков Михаил Дмитриевич // [md\\_noskov@mail.ru](mailto:md_noskov@mail.ru)  
Чеглоков Алексей Александрович // [cheglok@ssti.ru](mailto:cheglok@ssti.ru)

УДК 553.042

Царук И.И., Самович Д.А., Будуннов А.А. (ФГУП «Уран-гео» БФ «Сосновгеология»)

#### УРАН МОНГОЛИИ

*Более 20 лет советские и российские геологи проводили на территории Монголии геологоразведочные работы на уран. За этот период здесь была создана надежная минерально-сырьевая база энергетического металла для развития горнорудной промышленности. Определены пути дальнейшего развития геологоразведочных работ на уран с реальными перспективами существенного расширения МСБ. **Ключевые слова:** уран, рудный район, месторождение, рудопроявление.*

Tsaruk I.I., Samovich D.A., Budunov A.A. (Urango CF «Sosnovgeologiya»)

#### URANIUM OF MONGOLIA

*More than 20 years of Soviet and Russian geologists conducted in Mongolia exploration for uranium. During this period it created a reliable raw-material base of energy for the development of the metal mining industry. The ways of further development of geological exploration for uranium with real prospects for significant expansion of the mineral resource base of uranium. **Key words:** uranium, ore region, deposit, ore occurrence.*

Планомерные геологоразведочные работы на уран в Монголии проводились в 1970–1990 гг. в соответствии с Межправительственным соглашением СССР и МНР за счет средств госбюджета Советского Союза силами Монгольской геолого-съемочной экспедиции Мингео СССР и ряда НИИ. За весь период выполнены значительные объемы геологоразведочных работ. Комплексной аэрогамма-спектрометрической съемкой масштаба 1:25 000–1:50 000 изучена площадь около 420 тыс. км<sup>2</sup> (27 % территории страны), масштаба 1:200 000 — 450 тыс. км<sup>2</sup> (28 %). Высокогорье Хангая, Монгольского Алтая и пустынные районы Южной Гоби (224 тыс. км<sup>2</sup> или 14 % общей площади) охвачены этой съемкой в масштабе 1:1 000 000. На площади 500 тыс. км<sup>2</sup> проведены прогнозно-металлогенические исследования масштаба 1:500 000, на площади 50 тыс. км<sup>2</sup> —





специализированные геологические съемки масштаба 1:200 000—1:50 000; в больших объемах осуществлялись поисковые, оценочные и детальные разведочные работы, включающие колонковое бурение, проходку канав и подземных горных выработок.

В результате специализированных работ на территории Монголии выделены четыре ураноносные провинции: Монголо-Приаргунская, Гоби-Тамцагская, Хэнтэй-Даурская и Северо-Монгольская, в пределах которых открыты и в разной степени изучены шесть месторождений урана, около 100 рудопоявлений и более 1400 точек урановой минерализации и радиоактивных аномалий. Каждая из провинций объединяет несколько урановорудных или потенциально урановорудных районов и узлов с месторождениями и проявлениями различных формационных типов (рисунок).

С 1994 по 1999 гг. геологоразведочные работы на уран проведены в Северо-Гобийском районе Монголии в рамках проекта совместного Монголо-Российско-Американского предприятия «Гурван-Сайхан». Генеральным подрядчиком этих работ являлся концерн «Геологоразведка», а основным исполнителем — ГП «Сосновгеология». В результате ГРП в исследуемом районе было выявлено три новых месторождения урана, два из них детально разведаны.

В целом к настоящему времени на территории Монголии силами советских и в последующим российских геологов созданы два промышленных урановорудных района: Северо-Чойбалсанский с оруденением жильно-штокеркоподобного типа в мезозойских вулканотектонических структурах (ВТС) под горный способ отработки и Северо-Гобийский с гидрогенными «песчаниковыми» месторождениями для отработки с применением скважинного подземного и кучного выщелачивания.

Помимо этого здесь сформированы потенциально урановорудные (рудоперспективные) районы со значительным ресурсным потенциалом, требующие дальнейшего изучения: Бэрхинский и Восточно-Гобийский с пластовым и жильным оруденением в мезозойских вулканитах; Табунсубатуинский и Сайншандинский с оруденением «песчаникового» типа; Северо-Хангайский с оруденением палеодолинного типа; Центральный с оруденением в зонах дробления гранитов; Прихубсугульский и Бутэлийннурский с комплексным торий-уран-редкометалльным оруденением в щелочных метасоматитах; Ошинуринский с экзогенным оруденением в осадочных отложениях и трещинных зонах и эндогенным в позднемезозойских ВТС.

**Северо-Чойбалсанский урановорудный район** расположен в северо-восточной части Монголии, в Керулен-Ульдза-Ононском междуречье, на территории Восточного аймака.

Основу его потенциала составляют детально разведанные с применением больших объемов бурения и подземных горных выработок месторождения урана, а также полиметаллов, флюорита и золота. Наиболее значимые в районе урановорудные объекты — месторождения Дорнотское, Гурванбулакское, Мардайнгол и Нэмэр — формируют единый Дорнотский урановорудный узел.

Самое крупное в рудном узле **Дорнотское месторождение** урана расположено в северной прибортовой части одноименной ВТС, сложенной покровами вулканитов и горизонтами осадочных пород позднего мезозоя общей мощностью до 1200 м. Фундамент структуры представлен гнейсовидными гранодиоритами, гни-тами и диоритами раннего палеозоя, содержащими большое количество скиалитов метаморфических пород протерозойского возраста.

Промышленное урановое оруденение развивается на площади около 20 км<sup>2</sup> на нескольких уровнях разреза вмещающих пород и представлено 13 рудными залежами пластообразной и штокеркоподобной морфологии. Наиболее крупной (около 15 тыс. т) является пластообразная залежь № 7, приуроченная к горизонту подушечных лав андезито-базальтов в нижней части разреза вмещающих пород на юго-западном фланге месторождения. Урановая минерализация представлена браннеритом, коффинитом, титанатами урана, урансодержащим лейкоксеном, настураном. Среднее содержание урана в рудах залежи составляет 0,282 %; в центральной ее части выделяется обогащенный участок с содержанием 0,424 %. Несколько пластообразных рудных залежей меньшего масштаба с содержанием урана от 0,05 до 0,582 % локализируются на разных стратиграфических уровнях в горизонтах осадочных и туфо-генно-осадочных пород в средней части разреза. Рудные минералы представлены в них коффинитом, настураном.

Штокеркоподобные залежи приурочены к зонам трещиноватости в покровах реолитов. Содержание урана в рудах колеблется от 0,06 до 1 % при среднем 0,2 %.

По технологическим свойствам руды месторождения относятся к алюмосиликатному типу с низкими концентрациями сульфидов и карбонатов. Основная часть рудных залежей подлежит отработке подземными выработками без обрушения пород. Расположенные вблизи поверхности рудные залежи 2А, 2Б, 2В пригодны для отработки открытым способом.

**Гурванбулакское месторождение** урана расположено также в северной части Дорнотской ВТС, в разрезе которой здесь выделяются две толщи: нижняя мощностью 100—400 м (покровы липаритов, трахидацитов и андезито-базальтов с горизонтами туфо-генно-осадочных пород) и верхняя мощностью 300—800 м (покровы кислых вулканитов и их туфов).

Месторождение представлено тремя разобщенными участками на площади размером 9×(1,5—4) км, вытянутой вдоль северо-восточного борта структуры. Урановое оруденение многоярусное, развивается по всему геологическому разрезу на шести литолого-структурных уровнях на глубине от 15—40 до 720 м. Основная часть оруденения связана с зоной крупного пологозалегающего разлома на границе верхней и нижней толщ. Два сближенных тектонических шва этого разлома ограничивают горизонт вулканических стекол мощностью 5—20 м в подошве покрова игнимбритов. Тектонические швы контролируют положение двух пластообразных рудных залежей на площади 3 км<sup>2</sup>. Наиболее крупная (80 % запасов) залежь приурочена к горизонту пепловых туфов в лежа-

чем боку нижнего тектонического шва на глубине от 40 до 100 м.

Залежь состоит из 17 рудных тел разного размера и конфигурации, разделенных участками забалансовых руд шириной от десятков до первых сотен метров. Суммарная рудная площадь залежи составляет 1500 м<sup>2</sup>, средняя мощность 3,5 м, содержание урана изменяется от 0,05 до 1,3 % при среднем 0,172 %. Иногда в рудных телах в повышенных концентрациях присутствуют молибден, свинец, цинк, цирконий, медь, серебро. По технологическим свойствам руды месторождений характеризуются устойчивым химическим составом и относятся к алюмосиликатному типу. Извлечение урана по схеме сернокислотного выщелачивания составляет 96,9–97,8 %. Главными рудными минералами являются коффинит, настуран и уранофан.

В северной части Дорнотского рудного узла изучены мелкие по масштабам месторождения Мардайнгол и Нэмэр, по геологическому строению во многом аналогичные Дорнотскому и Гурванбулакскому месторождениям.

**Месторождение Нэмэр** локализуется в осадочно-вулканогенных породах, формирующих ВТС позднемезозойского возраста. Геологический разрез месторождения представлен образованиями двух структурных этажей: нижнего (фундамента), сложенного палеозойскими гранитоидами с ксенолитами протерозойских метаморфических пород — гнейсов, кристаллических сланцев, мраморизованных известняков, и верхнего, образованного верхнемезозойскими вулканитами покровных и эксплозивных фаций — андезито-дацитами, дацитами, липарито-дацитами, фельзит-порфирами в чередовании с горизонтами осадочных и туфогенно-осадочных пород. Последние сложены песчаниками, алевропесчаниками, гравелитами, конгломератами, туфами и туффитами кислого состава и являются основными рудовмещающими породами месторождения. Урановое оруденение в виде пластообразных залежей локализовано на трех литолого-структурных уровнях на глубине 130–320 м: в базальном горизонте конгломератов, в песчаниках, гравелитах и конгломератах в средней части разреза и в горизонте туфов в его верхней части. Размеры рудных залежей в плане (100–200)×(400–1000) м, мощности их колеблются от первых метров до 10 м. Среднее содержание урана в руде 0,146 % при вариациях от 0,1 до 1 %.

Руды месторождения по составу относятся к настуран-коффинитовому минеральному типу в аргиллизитах (гидрослюда, монтмориллонит, хлорит (шамозит), кварц, карбонаты). Зона окисления гидроксидно-силикатного типа развивается по тектоническим нарушениям до глубины 250–300 м; вторичные урановые минералы представлены уранофаном, бета-уранотилом, велсендорфитом, казолитом и аморфными гидроксидами урана.

По технологическим свойствам руды относятся к легко вскрываемым.

Данные о запасах Дорнотской ВТС:

1) Дорнотское месторождение:  $C_1+C_2 = 28868$  т,  $C_{ср} 0,175$  %; всего запасы и ресурсы:  $C_1+C_2+C_{2(заб)}+P_1 = 48\,000$  т;

2) Гурванбулакское месторождение:  $C_1+C_2 = 10270$  т,  $C_{ср} 0,188$  %; всего запасы и ресурсы:  $C_1+C_2+C_{2(заб)}+P_1 = 18000$  т;

3) месторождение Мардайнгол:  $C_1+C_2 = 1104$  т,  $C_{ср} 0,119$  %;

4) месторождение Нэмэр:  $C_2 = 2528$  т,  $C_{ср} 0,146$  %.

Всего запасы и ресурсы урана по Дорнотскому рудному узлу — 70 000 т.

Кроме Дорнотского рудного узла, в Северо-Чойбалсанском районе выявлены, но значительно слабее изучены проявления урана Угтамского, Тургенского и Энгршандского потенциально урановорудных узлов, вместе с которыми общая оценка ресурсов урана в районе составляет 90 тыс. т, в том числе достоверных запасов 51 тыс. т и дополнительных 6 тыс. т.

**Северо-Гобийский урановорудный район.** Район расположен в юго-восточной части Монголии. Рудный потенциал этого района формируется объектами весьма перспективного гидрогенного «песчаникового» типа. Руды данного типа месторождений пригодны для отработки методом СПВ.

В пределах Северо-Гобийского района к настоящему времени известно три гидрогенных месторождения урана: Харат, Хайрхан и Гурван-Сайхан.

**Месторождение Харат** находится в Чойренской депрессии. Оно было выявлено в 1988 г. советскими геологами, однако в связи с прекращением в 1990 г. финансирования ГРР на уран в Монголии осталось неизученным. В 1994 и 1996 гг. в рамках проекта СП «Гурван-Сайхан» проводилось доизучение месторождения с выполнением опытных исследований по подземному выщелачиванию урана. По результатам ГРР на месторождении выделено 11 рудных залежей, общие запасы и ресурсы которых оцениваются в 15 000 т урана. Две из этих залежей (№ 1, 2), наиболее значительные по параметрам, детально разведаны в 1996 г., остальные получили предварительную оценку.

Рудные залежи № 1 и 2 локализуются в речной палеодолине и имеют сложную ленто-, линзо- и пластообразную морфологию. Глубина залегания их от первых метров до 40 м, мощность оруденения 0,6–42,5 м, средние содержания урана 0,030–0,036 %. Запасы урана кат.  $C_1$  и  $C_2$  составляют около 8000 т. По результатам гидрогеологических исследований большая часть разведанных запасов месторождения располагается выше уровня грунтовых вод и только около 20 % их находится в обводненных условиях.

Геотехнологические исследования по подземному выщелачиванию урана в натурных условиях выполнены на месторождении в нескольких вариантах, в том числе опыты проводились в обводненных условиях и впервые на практике в безводной среде с предварительным заводнением. В результате этих исследований установлена принципиальная возможность сернокислотного подземного выщелачивания урана в тех и других условиях. Опыты по сорбции–десорбции урана из продуктивных растворов с получением готового продукта также дали положительные результаты.

Следует отметить, что в Чойренской депрессии, в которой располагается месторождение Харат, имеются реальные перспективы существенного увеличения за-

пасов урана. По результатам геологических исследований прогнозные ресурсы урана ( $P_1 + P_2$ ) этой депрессии оцениваются в 50 000 т. Для реализации их и подготовки запасов промышленных категорий необходимо продолжение здесь геологоразведочных работ.

**Месторождение Хайрхан** располагается в одноименной депрессии. По характеру оруденения, условиям его локализации и вещественному составу руд оно является аналогом месторождения Харат, однако отличается лучшим качеством руд и лучшими геотехнологическими условиями локализации оруденения.

Месторождение Хайрхан выявлено в 1996 г. СП «Гурван-Сайхан». К настоящему времени на нем проведены поисково-оценочные работы, в центральной части выполнена детальная разведка и проведен натурный опыт по подземному выщелачиванию урана.

Урановое оруденение месторождения контролируется речной палеодолиной протяженностью более 12 км. Наиболее рудонасыщенный блок (Центральный) располагается в приустевой части палеодолины и имеет размеры 2,0×1,5 км. На месторождении установлено от одного до шести уровней оруденения, которые распространяются от поверхности до глубины 200 м. Рудные залежи имеют сложную ленто-, линзо-, пласто-, ролло- и гнездообразную морфологию. Размеры их также различны: длина изменяется от первых сотен метров до 1200 м, ширина — от 50 до 600 м, мощность колеблется в пределах 0,5–22,0 м. Содержания урана варьируют от 0,010 до 0,500 % (в среднем по месторождению — 0,068 %). Запасы урана кат.  $C_2$  в Центральном рудном блоке оцениваются в 7000 т. Ресурсы ( $P_1$ ) в целом по месторождению составляют 10 000 т и могут быть существенно расширены за счет опоскования флангов месторождения и увеличения глубины поисков.

Гидрогеологические условия на месторождении благоприятные для отработки методом СПВ. Оруденение располагается в основном ниже уровня грунтовых вод и преимущественно в проницаемых осадках. В 1998 г. на месторождении проведен технологический опыт по подземному выщелачиванию урана. Полученные результаты оценивают руды месторождения Хайрхан как технологичные для данного метода добычи.

**Месторождение Гурван-Сайхан** расположено в юго-восточной части одноименной нижнемеловой угленосной впадины. Оно включает два рудных участка, на каждом из которых локализовано по две рудные залежи. Расстояние между участками составляет 10 км. К настоящему времени на месторождении проведены поисково-оценочные и на трех залежах — разведочные работы бурением, выполнены гидрогеологические исследования и лабораторные геотехнологические испытания руд. По своему характеру, условиям локализации и вещественному составу руд это месторождение является полным аналогом месторождений Харат и Хайрхан. Рудные залежи данного объекта формируются в рыхлых терригенно-осадочных отложениях русловых и пойменных фаций и связаны с зонами поверхностного и грунтового окисления. Оруденелыми являются смешанно-слоистые песчано-алевритовые с прослоями глинистых осадки, обогащенные углефицированной органикой, сульфидами и содержащие прослои угля.

Рудные залежи имеют линзо-, пластообразную морфологию и залегают субгоризонтально на глубине от 3 до 70 м. Длина залежей изменяется от 1500 до 3200 м, ширина — от 100 до 900 м, мощность их варьирует от 0,6 до 12,9 м. Руды преимущественно бедные. Содержания урана в них колеблются от 0,010 до 0,1 %, в отдельных сечениях отмечаются более богатые концентрации — до 0,244 %.

Руды месторождения Гурван-Сайхан алюмосиликатные, безкарбонатные. Урановая минерализация представлена в основном настураном, в подчиненном количестве имеется коффинит. В окисленных рудах отмечается вторичная минерализация в форме отенита и уранофана.

Запасы урана кат.  $C_2$  и ресурсы кат.  $P_1$  на месторождении оцениваются в 6000 т при средних содержаниях 0,035 %. Этот рудный объект рассматривается как дополнительная сырьевая база для будущего горнорудного предприятия, которое будет действовать на более крупном по запасам месторождении Хайрхан, расположенного всего в 60 км от него.

Следует отметить, что к настоящему времени на территории Монголии поисковыми работами на уран охвачено только несколько депрессионных структур. Депрессий, подобных Чойренской, Хайрханской и Гурван-Сайханской, здесь закартировано около 100, и большинство из них являются потенциально ураноносными. Ранее проведенными аэрогеофизическими исследованиями и поверхностными поисками во многих депрессиях установлены рудопроявления и аномалии урана гидрогенного типа и значительное количество их недоизучено. Данные обстоятельство определяют значительные перспективы развития ГРР в депрессионных структурах, что в свою очередь может способствовать становлению и развитию существенной минерально-сырьевой базы урана «песчаникового» типа, пригодной для отработки методом СПВ.

**Бэрхинский рудоперспективный район** расположен в северо-восточной части Хэнтэйского аймака МНР. Район известен своими промышленными флюоритовыми месторождениями (Бэрх, Ковалевское, Хавтгай и др.). Первые признаки уранового оруденения здесь были установлены в 1960 г. аэрогамма-съемкой масштаба 1:25 000, выявившей рудопроявление урана Их-Булак, оценку которого в 1970 г. осуществляла Монгольская геологосъемочная экспедиция (МГСЭ) Мингео СССР. В 1976–1977 гг. МГСЭ выполнила в районе комплексную аэрогеофизическую съемку в масштабе 1:25 000.

В процессе поисковых и прогнозных работ МГСЭ и ВСЕГЕИ в Бэрхинском районе выделены два потенциально урановорудных узла: Батноровский и Ульдзей-Сайханульский. Первый расположен в юго-западной части района, площадь его 700 км<sup>2</sup>. Узел включает Их-булакскую и Нимгэнийскую ВТС депрессионного типа, в пределах которых находятся рудопроявления урана Их-Булак и Танай.

Рудопроявление Их-Булак размещается в юго-восточной прибортовой части одноименной вулканотектонической впадины. Оруденение локализуется в одном из швов кулисообразных разрывных нарушений



северо-восточного простирания, являющимся главным структурным элементом участка рудопроявления. Руды слагают штокверкообразную залежь в узле пересечения рудовмещающего разлома северо-восточного простирания с меридиональными нарушениями более высокого порядка. Длина рудной залежи по контуру забалансовых руд 550 м, средняя мощность 21,6 м; руды с содержаниями урана  $>0,05$  % формируют в пределах штокверкообразной залежи две параллельные линзы длиной по 170 м и мощностью 0,5–4,5 м. Содержание урана в них варьирует от 0,064 до 0,085 %. В меридиональном разломе вскрыто пять разобщенных рудных линз длиной от 100 до 200 м, мощностью 1,4–14,0 м с содержанием урана 0,01–0,17 %. Урановая минерализация представлена уранофаном, отенитом, метаторбернитом. В рудах присутствуют молибден, цинк, свинец, медь, мышьяк. Продуктивность рудных тел с кондиционными содержаниями урана составляет 1,6 т на 1 м углубки при среднем содержании 0,071 %. Запасы урана оцениваются в 1100 т.

Рудопроявление Танай приурочено к краевой северо-западной части Нимгэнийской впадины. В двух скважинах установлены интервалы (0,4–0,5 м) с содержанием урана 0,056 и 0,070 %. В некоторых зонах разрывных нарушений, вскрытых канавами, фиксируются повышенные содержания урана. Урановая минерализация представлена отенитом и урановыми чернями; отмечаются повышенные содержания молибдена, свинца, цинка, мышьяка, серебра, германия.

Ульдзей-Сайханульский потенциально урановорудный узел расположен в северо-восточной части Бэрхинского района. Большую часть его территории занимает одноименная полукольцевая ВТС. Площадь узла около 2,4 тыс. км<sup>2</sup>. Узел включает рудопроявление урана Тумэн-Хан и несколько проявлений урановой минерализации.

Рудопроявление Тумэн-Хан локализовано в Ульдзей-Сайханульской ВТС. Урановое оруденение приурочено к северо-западной зоне дробления и оперяющим субмеридиональным нарушениям. Зона прослежена канавами на протяжении 2,5 км и в двух сечениях оценена буровыми скважинами. В узлах пересечения этой зоны с субмеридиональными трещинами в рудные тела мощностью 2 м с содержанием урана 0,182 и 0,184 %. В центральной части участка в субмеридиональных трещинных зонах канавами вскрыты две рудные линзы мощностью 2 м с содержанием урана 0,220 и 0,481 %. Урановая минерализация представлена уранофаном, уранотилом, ураноспинитом, коффинитом.

Рудопроявления урана Бэрхинского района относятся к фтор-молибден-урановой рудной формации с определившейся промышленной значимостью. По ряду причин ни одно из них не получило окончательной оценки.

Прогнозные ресурсы урана кат.  $P_2$  составляют в этом районе 3000 т, кат.  $P_3$  — 100 тыс. т.

**Восточно-Гобийский рудоперспективный район** расположен в центральной части Восточной Монголии и административно входит в Восточно-Гобийский, Средне-Гобийский, Хэнтэйский, Сухэ-Баторский и Центральный аймаки. Площадь района 25 тыс. км<sup>2</sup>. На его

территории известны месторождения и рудопроявления флюорита, олова, вольфрама, висмута, полиметаллов, угля. На базе флюоритовых месторождений действуют Керуленское и Хараайргское горно-добывающие предприятия.

Поиски урана в Восточно-Гобийском районе начались в 1955 г., более системно силами МГСЭ — с 1970 г. В результате работ обнаружены и оценены 32 рудопроявления и свыше 200 урановых радиоактивных аномалий. Существуют реальные перспективы выявления промышленных месторождений в локализованных здесь Хонгорском, Бороундурском, Уланнурском рудных узлах.

Хонгорский рудный узел охватывает одноименную ВТС, в пределах которой наиболее значимым урановым объектом является рудопроявление Хонгор, находящееся в рудном поле крупного месторождения флюорита. Урановое оруденение установлено в породах фундамента (12 рудных тел на глубинах 0–350 м с рядовым содержанием урана до 0,1 % при мощности до 2,9 м) и кислых вулканитах в пологопадающей зоне объемной трещиноватости (рудные тела протяженностью до сотен метров, мощностью до 10–14 м и 29 м, с содержанием урана 0,01–0,15 %).

В Бороундурском рудном узле выявлены рудопроявления Бороундурское-I и -II; первое расположено в центре одноименного месторождения флюорита и представляет собой пластообразную залежь размерами 3000×(300–500) м. Мощность залежи 0,5–14,0 м, содержания урана 0,01–0,13 %; в рудах установлены молибден (до 0,1 %), свинец (до 0,2 %), серебро (до 15 г/т) и мышьяк (до 0,015 %).

Рудопроявление Бороундурское-II локализуется в крутопадающих тектонических зонах среди андезитобазальтов Алагцабской ВТС. Мощности рудных тел от 0,5 до 5,6 м, содержания урана 0,012–0,076 %; в рудах присутствуют молибден, мышьяк, серебро, цинк, бериллий, литий.

В Уланнурском рудном узле известны рудопроявления урана Уланнур-I и -II, Хавцал. На первом, локализованном в южной прибортовой части одноименной ВТС, ураноносными являются крутопадающие разрывные нарушения с кварц-флюоритовыми брекчиями. Мощности рудных тел 0,97–8,9 м при содержаниях 0,019–0,03 % (до 0,054 %). На рудопроявлении Уланнур-II оруденение формируется в виде пластообразных залежей размерами (300–600)×(100–400) м, мощностью 0,1–3,5 м с содержаниями урана до 0,05 %. Рудопроявление Хавцал, связанное с зоной грунтового окисления, представлено рудными телами в виде лент, линз, пластов на площади 1,2 км<sup>2</sup>; мощности рудных тел 0,2–3,0 м, содержание урана 0,01–0,13 %.

Общие прогнозные ресурсы урана Восточно-Гобийского района оцениваются в 170–200 тыс. т.

**Центральный рудоперспективный район** расположен в северной части Восточной Монголии на территории Центрального и Хэнтэйского аймаков МНР; площадь района 10 тыс. км<sup>2</sup>.

В качестве перспективного на урановое оруденение район был выделен МГСЭ в 1981–1982 гг. по результатам комплексной аэрогеофизической съемки масштаба

1:200 000. В 1985–1986 гг. аэрогамма-спектрометрическими поисками масштаба 1:25 000 эти перспективы были уточнены и конкретизированы. Основные перспективы ураноносности района связываются с урановой формацией в зонах дробления специализированных по урану редкометалльных мезозойских гранитов. Рудоперспективные интрузии укладываются в две аномальные радиогеохимические зоны северо-западного простирания: Налайхинскую и Илюрскую. В лучшей степени изученная Налайхинская зона контролируется тектоническими швами Хэнтэй-Чойренского разлома и включает Жанчублинский, Баяндэлгэрский и Тоготинский гранитные массивы с аномальными радиогеохимическими характеристиками.

Жанчублинский массив площадью 350 км<sup>2</sup> вмещает проявления редкометалльного оруденения, россыпные месторождения олова, вольфрама, тантала-ниобатов, месторождения и рудопоявления флюорита и горного хрусталя, которые объединяются в Жанчублинский редкометалльный рудно-россыпной район. В результате АГСМ-съемок и наземных поисков здесь выявлено 4 рудопоявления урана, 42 проявления (минерализованных точек), много ореолов урана разного происхождения.

Участки с урановой минерализацией имеют форму жил и линз протяженностью по простиранию и падению в несколько десятков, до первых сотен метров и мощностью от нескольких метров до 10–15 м. На рудопоявлениях, которые оценивались поверхностными горными выработками и бурением, оруденение прослежено до глубины 400 м (рудопоявление Элстийн). Содержание урана составляют 0,05–0,15 %, реже 0,25 %, в отдельных гнездах до 0,325 %. Первичная урановая минерализация в рудах представлена настураном и коффинитом. В ассоциации с ними выделяются пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит и сфалерит.

В пределах Баяндэлгэрского массива в ходе наземных поисковых работ обнаружено рудопоявление урана Боржин. Урановое оруденение локализуется в зоне крутопадающего субширотного тектонического нарушения мощностью от 15 до 30 м, прослеженного на протяжении 4 км. Грейзенизированные граниты в зоне каолинизованы, по тектоническим швам превращены в монтмориллонит-серицитовую массу. Рудные тела с поверхности представлены мелкими линзами протяженностью от первых десятков до первых сотен метров, мощностью от первых десятков сантиметров до 3,5 м с содержаниями урана от 0,05 до 0,293 %. Урановая минерализация — урановые слюдки, отенит, уранофан, метаторбернит, уранонинит. Кроме урана в рудах отмечаются повышенные содержания (в %) меди (до 0,02), мышьяка (до 0,2), висмута (до 0,02), молибдена (0,2–0,3), лития (до 0,05), ниобия (до 0,15), серебра (до 150 г/т).

По результатам работ МГСЭ в пределах Центрального района для детальных поисков масштаба 1:10 000 выделены четыре площади (всего 120 км<sup>2</sup>) — Жанчублинская, Баяндэлгэрская и др. Прогнозные ресурсы урана в районе кат. Р<sub>3</sub> оцениваются в 30 тыс. т.

**Табусубатуинский рудоперспективный район** находится в центральной части Монголии, в 120 км юго-восточнее Улан-Батора. В качестве рудоперспективного

он выделен по результатам аэрогамма-спектрометрических поисков масштаба 1:25 000 и прогнозно-геологических работ масштаба 1:50 000, выполненных Монгольской геологосъемочной экспедицией МГ СССР в 1985–1989 гг.

Этот район охватывает южное замыкание одноименной крупной позднемезозойской впадины и ближайшее ее кристаллическое обрамление, которое сложено разновозрастными метаморфическими и изверженными комплексами пород. В южном обрамлении впадины развиты эффузивы основного, среднего и кислого состава позднеюрского-раннемелового возраста, формирующие сложно построенную ВТС Шибэ. На территории района установлены рудопоявления олова, редких металлов и флюорита, а также десятки проявлений урана, наиболее значительными из которых являются рудопоявления Энгэр и Найдал.

Рудопоявление урана Энгэр, наиболее значимое по масштабам, расположено в южной части ВТС Шибэ и приурочено к зоне Бортового разлома северо-западной (295–310°) ориентировки, по которому липариты ВТС контактируют с осадочными отложениями впадины. Общая мощность тектонически нарушенных пород в зоне разлома достигает 300 м.

Урановое оруденение локализовано в крутопадающих швах среди липаритов и образует стратиформные тела в осадочных породах. В толще липаритов выделены и оценены бурением рудоносные зоны № 1 и 2. Зона № 1 имеет субширотное простирание и представлена серией тектонических швов с интенсивным дроблением, брекчированием и гидротермальной проработкой пород мощностью 5–20 м. К одному из таких швов приурочена линзообразная рудная залежь протяженностью 350 м, истинной мощностью 0,7–0,6 м, с содержанием урана 0,056–0,19 % (максимум 0,549 % на 0,65 м). Залежь окаймлена ореолом убогих руд с содержанием 0,014–0,039 %. Оруденение имеет выход на дневную поверхность шириной 80–100 м и при углах падения около 50° достигает глубины 350 м. Рудоносная зона № 2 северо-западной (285–310°) ориентировки вмещает маломощные (первые метры) рудные тела с убогим урановым оруденением. Только в двух разрозненных пересечениях содержание урана достигает 0,061 и 0,067 % на стволовые мощности соответственно 0,75 и 1,25 м. В промежутке между зонами № 1 и 2 на глубине около 100 м скважиной пересечено гнездообразное рудное тело с содержанием урана 0,055 % на мощность 3,30 м (в том числе 0,184 % на 0,45 м) с широким ореолом убогих руд мощностью 20 м.

Стратиформное урановое оруденение локализовано в подошве осадочных отложений нижнего мела непосредственно над выходами крутопадающих ураноносных зон, развитых в липаритах. Выявленная здесь рудная залежь имеет размеры (200–220)×(30–40) м и мощностью 0,55–4,05 м. Содержания урана изменяются от 0,059 до 0,167 % (в том числе интервал с содержанием 0,486 % на 0,35 м). Ореол убогих руд имеет мощность от 1,1 до 1,8 м и ширину 100–130 м. Урановая минерализация представлена коффинитом, урансодержащим лейкоксеном, урановыми чернями, в зоне окисления — уранофаном, отенитом.

Табунсубатуинская впадина выполнена терригенными осадками дзубаинской свиты нижнего мела мощностью 1500 м. В центральной части впадины, в верхних слоях угленосной толщи выделяется цепочка ореолов аномальных концентраций урана, объединяющаяся в аномальную радиогеохимическую зону протяженностью 28 км, шириной от 2,5 до 4,0 км, общей площадью 100 км<sup>2</sup>. Для оценки ореолов пройдено три профиля буровых скважин глубиной от 12 до 38 м. Одним из них в 2 км южнее оз. Их-Цайдам-Нур выявлено рудопоявление урана Цайдам-Нур, представленное субгоризонтальной залежью шириной 500 м, находящейся на глубине от 4,0 до 12,0 м. Мощность залежи колеблется от 1,5 до 3,6 м, среднее содержание урана — от 0,027 до 0,038 %. Урановое оруденение локализуется в окисленных, обогащенных растительным детритом гравийных песчаниках, на границе их с подстилающими сероцветными глинами. Рудная минерализация представлена урановыми чернями. Кроме урана в рудах содержится 0,02–0,03 % бериллия, 0,05–0,08 % цинка, 0,02 % ванадия, 10–20 г/т германия.

Аналогичное по глубинам и условиям залегания, близкое по параметрам урановое оруденение установлено также и в двух других буровых профилях, пройденных в 4,5 и 6,5 км севернее рудопоявления Цайдам-Нур. В первом из них ширина залежи 300 м, мощность от 1,8 до 6,0 м, содержание урана от 0,018 до 0,04 %, в том числе 0,05 % на 2,0 м. Во втором ширина залежи 250 м, мощность 0,6 м, содержание урана 0,015 %.

Урановое оруденение, выявленное в Табунсубатуинской впадине, является полным аналогом руд месторождения Харат и относится к промышленному экзогенно-эпигенетическому типу, связанному с зонами поверхностного и грунтового окисления терригенных отложений мелового возраста. Руды высокотехнологичные и пригодны как для кучного, так и для подземного выщелачивания.

Прогнозные ресурсы Табунсубатуинского урановорудного района оцениваются в 15 тыс. т.

**Сайншандинский рудоперспективный район.** Район, находящийся в Гобийском районе Монголии, включает Сайншандинскую и восточную часть Дзунбаинской впадины.

Наиболее изученный объект на территории района — месторождение Нарс с запасами около 1000 т. Оно расположено в Сайншандинской меловой впадине. Урановое оруденение локализовано в проницаемых песчаниках и гравийно-галечных отложениях. Протяженность рудоносных зон — 800–1700 м. В их пределах установлено несколько рудных тел мощностью 0,3–7,0 м с содержанием урана 0,01–0,1 % (среднее 0,052 %). Рудная минерализация представлена урановыми чернями.

В настоящее время в Дзунбаинской впадине, расположенной в западной части района, ГРП на уран проводит французская компания «AREVA». Компанией выявлено и разведано два месторождения урана — Мягмар и Зовч Овоо. Более крупное — Зовч Овоо — имеет запасы урана 55 000 т со средними содержаниями 0,02 %. Несмотря на низкие содержания урана в рудах по результатам натурных опытных исследований по подземному выщелачиванию установлено, что концентрации

его в продуктивных растворах отвечают кондиционным параметрам, т.е. отработка месторождения методом СПВ определяется как рентабельная. Месторождение залегает в верхнемеловых терригенно-осадочных отложениях и связано с зонами пластового окисления. Площадь его 7×3 км. Руды локализируются в осадках пойменных, прибрежно-озерных и озерно-болотных фаций. Оруденение многоуровневое, глубина залегания его 100–200 м. Средняя мощность продуктивного горизонта составляет 70 м, а суммарная мощность рудных залежей в его пределах колеблется от 1 до 42 м. К настоящему времени месторождение разведано и подготовлено к эксплуатации.

**Северо-Хангайский рудоперспективный район** занимает крайнюю юго-западную часть Хангай-Хэнтей-Даурской структурно-металлогенической зоны.

К настоящему времени наиболее рудонасыщенной территорией в районе является Сумийнгольская кайнозойская впадина площадью 800 км<sup>2</sup>. Обрамление впадины сложено раннепалеозойскими гранитоидами, ранне-среднедевонскими эффузивами, прорываемыми Солонгинским, Чулутским гранитными массивами поздне триасово-раннеюрского возраста. Молодые гранитоиды обладают аномальными аэро-радиогеохимическими характеристиками, специализированными по урану. Сумийнгольская впадина представляет собой изогнутую в плане (от субширотного простирания на западе до меридионального в восточной части) желобообразную структуру шириной 5–12 км, длиной 115 км, осложненную примыкающими к ней линейными, заливообразными структурами (палеодолинами) северо-западного, субмеридионального простирания. Восточная часть впадины выполнена ниже-среднечетвертными (возможно плиоценовыми) сероцветными дресвяниками, грубозернистыми песками, гравием, в верхней части разреза переходящими в супеси, суглинки, пески. Мощность осадков составляет от нескольких до десятков метров. Осадочные отложения перекрываются покровами базальтов мощностью от нескольких метров до 80–100 м, в единичном случае до 250 м. Западная часть впадины сложена средне-верхнечетвертными аллювиально-озерными глинами, супесями с прослоями песков и гравия. Мощность осадков здесь от 10 до 25–30 м. Примыкающие к ней с северо-запада долины выполнены несортированными гравийно-галечниковыми, щебенисто-дресвяными аллювиально-пролювиальными отложениями.

Выявленные во впадине радиоактивные аномалии, рудопоявления урана расположены в восточной и западной частях впадины, на участках, примыкающих к радиогеохимическим аномалиям в гранитном обрамлении. Большая их часть сосредоточена в двух палеодолинах, линейных заливообразных структурах северо-западного (310–330°) простирания, разделяемых блоками специализированного по урану гранитного фундамента.

В северной палеодолине протяженностью около 10 км, шириной 1–2 км, выполненной рыхлыми терригенными образованиями, с отдельными эрозионными останцами покрова базальтов, выявлено рудопоявление Дагин-Гол, на котором двумя шурфами на рассто-



янии 20 м друг от друга, на глубине 0,5–1,0 м под слоем рыхлых современных отложений вскрыто рудное тело с содержанием урана 0,018 % на мощность 1,45 м и 0,019 % на 0,9 м. Оно локализуется в серых дресвяниках, песках с пропластками глин, подверженных неравномерной лимонитизации. Урановая минерализация представлена тонкорассеянными выделениями настурана в углистом органическом веществе, скоплениях низших керитов. В южной палеодолине длиной 14 км, шириной от 1 до 3 км, располагающейся вдоль борта современной долины р. Шарагчны-Горхи, сосредоточены рудопроявления Баяр, Сул и несколько аномалий, фиксирующих ореолы рассеяния урана площадью 0,01–0,04 км<sup>2</sup> с содержаниями урана от  $n \cdot 0,001$  до 0,03–0,04 % в горизонте осадочных пород вблизи контакта с перекрывающими базальтами.

Рудопроявление Баяр находится в северо-восточном борту палеодолины на контакте гранитов с покровом базальтов, подстилаемым горизонтом осадочных брекчий, дресвяников, песков, суглинков мощностью от нескольких до первых десятков метров. Ореол рассеяния урана с содержаниями 0,01–0,04 %, вытянутый вдоль подошвы покрова базальтов, имеет длину 270 м, ширину 10–100 м. Шурфом вскрыто рудное тело с содержанием урана 0,077 % на мощность 1,85 м. Осадочные породы и подошва покрова базальтов интенсивно аргиллизированы, гидрослюдизированы, содержат тонкорассеянные в глинистой массе выделения уранофана, микропрожилковые, тонкодисперсные выделения коффинита в обломках базальтов.

Рудопроявление Сул расположено в юго-восточной части палеодолины. Профиль скважин глубиной 13–39 м, пройденный вкрест палеодолины через 100–200 м, вскрывает на ширину 500 м рудное тело мощностью от 9,1 до 19,75 м с содержанием урана 0,01–0,05 %, включающее от одного до трех интервалов мощностью от 0,8 до 4,0 м с содержаниями 0,05–0,12 %. Скважина глубиной 43,3 м, пройденная в 1,6 км к северо-западу от бурового профиля, в призабойной части вскрывает рудный интервал мощностью 11,3 м со средним содержанием урана 0,023 %. Урановое оруденение локализуется в сероцветных обеленных лимонитизированных супесях, суглинках, песках, обогащенных углефицированным растительным детритом, с прослоями черных глин. Минерализация представлена тонкодисперсным коффинитом (?) в углеродистом веществе.

Кроме рудопроявлений, в Сумийнгольской впадине и в прилегающих к ней речных долинах обнаружено большое количество урановых аномалий, оценка которых не проводилась.

Следует отметить, что в начале 2000-х годов на территории этой впадины были проведены поисковые работы бурением в пределах палеодолины с рудопроявлениями урана Дагин-Гол, Баяр, и Сул. Совместные работы осуществляли российские и монгольские частные компании, результатом которых явилось выявление гидрогенного уранового месторождения Шарагчны-Горхи (Г.А. Кислюченко). Запасы и ресурсы урана на месторождении составляют свыше 12 000 т при среднем содержании 0,035 %.

Северо-Хангайский район является пока слабо изученным, но весьма перспективным регионом на гидрогенный палеодолинный тип уранового оруденения. Промышленным аналогом его является Витимский урановорудный район в Бурятии, который в настоящее время активно вовлекается в разработку.

Общий ресурсный потенциал Северо-Хангайского района оценивается в 80 тыс. т, в том числе палеодолины Шарагчны-Горхи — 16 тыс. т. На рудопроявлении Сул запасы урана кат. С<sub>2</sub> в детализационном блоке составляют 2400 т.

**Хубсугульский рудоперспективный район** выделен по результатам аэрогеофизической съемки масштаба 1:200 000 и охватывает территорию одноименного прогиба площадью 5,5 тыс. км<sup>2</sup>, выполненного верхнерифейско-нижнекембрийскими терригенно-карбонатными отложениями с черными ванадиеносными сланцами и фосфоритами (месторождения Бурэн-Хан, Хирбист-Ула и др.), прорываемыми щелочными интрузиями.

Установленное в районе уран-ванадиевое оруденение настуран-сульванитового с сульфидами минерального типа локализуется в экзоконтактовых зонах щелочногранитовых, сиенитовых массивов, а также в крупных ксенолитах, провесах кровли, где образует жилы, неправильной формы рудные тела. Длина рудных тел — первые сотни метров, мощность от 1,0 до 12,8 м, содержания урана 0,013–0,099 %, пентоксида ванадия 0,72–2,70 %. Практическая ценность уран-ванадиевого оруденения подтверждается выявлением уже на ранней стадии прогнозно-геологических работ объектов с кондиционными сульванитовыми рудами, а широкое распространение ванадиеносных черных сланцев определяет высокий потенциал района.

Торий-уран-редкометалльное с редкими землями оруденение в районе представлено 11 рудопроявлениями, десятками аэроаномалий в апикальных, эндоконтактовых частях щелочногранитовых — сиенитовых массивов. Плащеобразные, линзовидные рудные залежи локализуются в зонах интенсивной альбитизации, реже калишпатизации, окварцевания, хлоритизации, гематитизации с сопутствующей флюоритовой, сульфидной, берtrandитовой минерализацией, развивающихся на площади от 0,2–0,3 до 1,5–2,0 км<sup>2</sup>. Установленные размеры рудных тел: мощность от первых метров до 10–20 м, длина — первые сотни метров. Рудная минерализация представлена вкрапленностью циркона, монацита, сфена, торита, ортита, уранинита, распределенных неравномерно. Руды содержат уран (0,001–0,23%), торий (0,01–13%), цирконий (0,1–10%), тантал (0,03–0,2%), ниобий (0,01–13%), бериллий (0,01–1,0%), литий (0,08–0,2%), лантан (0,05–2,0%), церий (0,1–2,0%), иттрий (0,05–0,3%), гадолиний (0,005–0,06). На рудопроявлении Ярхисгол выявлены ореолы рассеяния молибдена с содержаниями 0,2–0,5 %. Ресурсы урана в комплексных рудах — 32 тыс. т.

**Бутэлийннурский рудоперспективный район** расположен на севере Центральной Монголии и охватывает осевую часть хр. Бутэлийн-Нуру, разделяющего бассейны Селенги и Желтуры. В качестве перспективного

на комплексное уран-торий-редкометалльно-редкоземельное оруденение он выделен по результатам аэрогамма-спектрометрической съемки масштаба 1:200 000 и прогнозно-геологических исследований масштаба 1:500 000, выполненных Монгольской геологической экспедицией МГ СССР в 1983—1990 гг.

В геолого-структурном отношении Бутэлийннурская площадь представляет собой одноименный выступ докембрийского кристаллического основания Джидинской структурно-формационной зоны Северо-Монгольской каледонской складчатой области. Территория сложена метаморфическими образованиями бутэлийннурской серии верхнего протерозоя, разрез которой подразделяется на две толщи: нижнюю гранито-гнейсовую, обнажающуюся в сводовой части выступа и верхнюю гнейсовую, слагающую его крылья. Ядро выступа выполнено гранитоидами бутулинского палингенового комплекса, образующими один крупный массив и несколько мелких субпластовых и линзовидных тел. На юго-западе и северо-востоке протерозойские образования прорваны гранитоидами раннепалеозойского и раннемезозойского возраста. Бутэлийннурский выступ представляет собой крупную горст-антиклиналь северо-восточного направления, ограниченную региональными разломами глубинного заложения. В пределах выступа широко развиты продольные и поперечные зоны тектонических нарушений, по которым интенсивно проявлены процессы средне- и низкотемпературного гидротермально-метасоматического изменения пород: окварцевание, пропилитизация, березитизация, щелочной метасоматоз. В измененных породах локализуются рудопроявления меди, молибдена, висмута и золота.

Аэрогамма-спектрометрической съемкой масштаба 1:200 000 на территории выступа выявлены многочисленные поля аномальных концентраций радиоэлементов, большое количество аномалий и аномальных повышений ториевой, смешанной и урановой природы радиоактивности. Все они в той или иной степени связаны с эвксенитсодержащими телами кварц-калишпат-альбитовых метасоматитов, группирующимися главным образом в восточном и южном экзо- и эндоконтакте крупного массива палингенных гранитов. Наиболее крупные тела рудоносных метасоматитов установлены на юго-западе Бутэлийннурского выступа, на рудопроявлении Баянгол. Участок рудопроявления охватывает гранито-гнейсовый купол диаметром около 20 км, гранитное ядро которого в разной степени изменено процессами кремний-щелочного метасоматоза — от незначительной калишпатизации до кварц-альбитовых метасоматитов и альбититов. Наиболее крупные тела метасоматитов имеют пологое залегание, протяженность их до 2,5 км и мощность до 250 м; мощность более мелких колеблется от первых метров до 50 м, протяженность составляет 100—500 м. Основным рудным минералом является эвксенит, образующий вкрапленность и сростки кристаллов размером от 0,5 до 3—5 мм, иногда до 1,5 см в поперечнике. Рудоносные метасоматиты характеризуются повышенной радиоактивностью, которая в основном колеблется в пределах 80—180 мкР/ч, в участках гнездового скопления эвксе-

нита достигает 1200—1700 мкР/ч. В метасоматитах с рядовой радиоактивностью содержания составляют (в %): урана — 0,01—0,03, тория — 0,02—0,04, ниобия — 0,02—0,1, тантала — 0,004—0,005, иттрия — 0,013—0,065. В участках с высокой радиоактивностью содержания таковы (в %): урана — до 0,2, тория — 0,1, ниобия — 0,4, тантала — 0,05, иттрия — 0,1, иттербия — 0,01, циркония — 1,0, гафния — 0,03, лантана — 0,1, церия — 0,1. Бедные руды легко обогащаются по сравнительно простой схеме: радиометрическая сортировка — дробление — гравитация — магнитная сепарация. Выход эвксенита в конечном концентрате — 82 %.

Аналогичные тела рудоносных метасоматитов установлены на востоке Бутэлийннурского выступа, на участке Гун-Ундэр-Цохе. Здесь в полосе длиной 13 км и шириной 2,5—3 км выявлено несколько десятков тел кварц-калишпат-альбитовых метасоматитов с эвксенитом протяженностью от 100—150 до 700—800 м, мощностью от 1,5—3 до 10—15 м, с радиоактивностью от 80 до 400 мкР/ч, на отдельных участках — 1500—3000 мкР/ч. По данным штучного опробования содержания отдельных компонентов в них достигают (в %): урана — 0,4, тория — 0,04, иттрия — 0,1, иттербия — 0,02, ниобия — 0,8, тантала — 0,1, циркония — 0,2, церия — 0,01, лантана — 0,02, гафния — 0,01, гадолия — 0,015. Детальные поисково-оценочные работы на участке не проводились.

Приведенные выше сведения свидетельствуют о высоких перспективах Бутэлийннурского выступа докембрия на промышленное комплексное уран-торий-редкометалльно-редкоземельное оруденение.

**Тамцагский рудоперспективный район** расположен на юго-востоке Монголии. Он охватывает одноименную впадину и северную часть плато Дариганга.

Основные факторы, определяющие его перспективность, заключаются в следующем:

1. Тамцагская впадина контролируется региональными северо-восточными глубинными разломами (Байинмунхским и Нарынхидским). В узлах сопряжения их с северо-западными разломами (Салхитский и др.) интенсивно проявлены процессы мезозойской тектономагматической активизации, сформировавшие сложные, многофазные, полифациальные вулканоплутонические комплексы, в которых установлены урановые рудопроявления и аномалии, образующие потенциально урановорудные узлы. В бортах впадины развиты специализированные по урану мезозойские магматические образования (Баянгольская вулканоплутоническая структура, Матадский массив в северном обрамлении Тамцагской впадины, Югодзырьский массив на Нукут-Дабанском поднятии).

2. Известное в районе урановое оруденение имеет существенный размах и полистадийность (телескопированность). Оно локализуется в породах фундамента, средне-позднеюрских гранитоидах и вулканитах, в базальном горизонте и толще верхнеюрско-нижнемеловых вулканогенно-осадочных образований, в зонах эпигенетических изменений терригенных меловых осадков. Отмечается пространственная сближенность эндогенного гидротермального и гидрогенного уранового оруденения.

3. В осадках впадины имеются проявления гидрогенного уранового оруденения, связанные с интенсивными гипергенными изменениями окислительной и восстановительной направленности.

В пределах Тамцагского района выделяются Баянгольский, Тамцагский потенциально урановорудные узлы.

**Баянгольский узел** (500 км<sup>2</sup>) охватывает одноименную вулкано-плутоническую структуру и ее обрамление, где широко развиты рудообразующие низкотемпературные гидротермально-метасоматические процессы, установлены многочисленные проявления оруденения молибден-урановой формации. В наложенных нижнемеловых угленосных депрессионных структурах выявлены признаки гидрогенного рудообразования.

Исходя из параметров установленной на площади радиогеохимической аномалии, размеров предполагаемых рудоконтролирующих структур, предварительно определены ожидаемые ресурсы урана кат. Р<sub>3</sub> — 30 тыс. т.

**Тамцагский узел** располагается в северной прибортовой части одноименной меловой впадины, примыкающей к блоку специализированного по урану фундамента. На площади широко развиты как окислительные, так и восстановительные процессы гипергенеза, с которыми связаны радиоактивные аномалии и ореолы рассеяния урана. Картируемый на площади прибортовой Агуйтынский прогиб перспективен на выявление гидрогенного оруденения на выклинивании зон пластового окисления, уран-битумного оруденения в зонах изменений восстановительного типа и приповерхностного оруденения «харатского» типа во внутриформационных палеодолинах.

Прогнозные ресурсы урана этого узла оцениваются в 20 тыс. т.

**Ошинуринский рудоперспективный район** расположен в центральной части Монгольского Гоби. Он охватывает одноименную позднемезозойскую депрессионную структуру, пронизанную локальными выступами протерозой-палеозойского кристаллического фундамента и насыщенную небольшими по размерам (десятки до первых сотен квадратных километров) и разнообразными по составу вулканическими постройками.

Район выделен в качестве рудоперспективного по результатам аэрогамма-спектрометрической съемки масштаба 1:200 000 и наземных заверочных работ. В его пределах сконцентрировано большое количество рудопроявлений урана, проявлений минерализации эндогенного, экзогенного (гидрогенного) и инфильтрационного генетических типов, а также значительное число радиоактивных аномалий и ореолов урана. В трещинных зонах ВТС локализованы рудопроявления урана Тэг-Ула, Баян-Хушу, Ульдзийт. Наиболее крупное из них — рудопроявление Тэг-Ула — располагается в ВТС, сложенной трахитами, трахилипаритами, липаритами и их пирокластами (J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>). Урановое оруденение с содержанием 0,020–0,203 % локализуется в зонах трещиноватости, дробления, брекчирования, флюоритизации липаритов, трахилипаритов, их туфов, вулканических стекол. Мощность рудных тел от 1–2 до 6 м, протяженность — десятки — первые сотни метров.

Рудопроявление до конца не изучено и требует дальнейшей оценки с использованием горных выработок и бурения.

Из многочисленных гидрогенных урановорудных объектов наиболее значительными параметрами выделяется рудопроявление Ошийн-Нуру. Оно локализуется на контакте сероцветных осадочных отложений (пески, алевроиты, глины) раннемелового возраста с перекрывающими их красноцветными окисленными осадками позднего мела (конгломераты, гравелиты, галечники). На участке рудопроявления ореол повышенной радиоактивности по АГСМ-данным протягивается на 14 км. На поверхности прослежено несколько рудных залежей протяженностью от *n* 100 до 1000 м, мощностью от 0,5 до 5,0 м. Содержания урана в них варьируют в широких пределах — от 0,022 до 0,175 %. Масштабы оруденения не оценены.

Ошинуринский район еще слабо изучен на уран. В то же время его высокая рудонасыщенность, установленная на начальных стадиях исследований, свидетельствует о весьма высоких перспективах района на промышленное урановое оруденение.

В заключение необходимо отметить, что за более чем 20-летний период геологоразведочных работ на уран в Монголии советскими и затем российскими геологами здесь создан значительный потенциал для формирования горнорудной урановой промышленности, определены пути дальнейшего развития ГРР на уран с четко выраженными перспективами существенного расширения минерально-сырьевой базы этого металла. В процессе проведения работ сделан большой вклад в изучение геологии, металлогении, ураноносности территории Монголии; помимо урановых месторождений при попутных поисках выявлены и в последующем разведаны месторождения полиметаллов, золота, флюорита и других полезных ископаемых. Тем самым своей деятельностью геологи-уранщики внесли значительный вклад в развитие экономики Монголии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Будунув А.А. Гидрогенные урановые месторождения Монголии. // Материалы по геологии урановых месторождений. — 2002. — Вып. 144.
2. Будунув А.А. Гидрогенные урановые месторождения Монголии. / Материалы XIX междунар. науч.-техн. конф., посвященной 85-летию ИрНИТУ и 40-летию Керуленской междунар. экспедиции. — Иркутск: ИрНИТУ, 2015. — С. 108 — 111.
3. Геологическая карта МНР м-ба 1:1 500 000 / Под ред. Н.А. Маринова. — М., 1971.
4. Геология МНР. Т. 1–3. — М.: Недра, 1973–1977.
5. Миронов Ю.Б., Шувалов Ю.М. и др. Урановые месторождения Монголии. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009.
6. Миронов Ю.Б., Самович Д.А., Бузовкин С.В. Урановый потенциал Забайкалья и Монголии // Уран: ресурсы и производство: Тез. докл. 2-го междунар. симпози. — М.: ВИМС, 2008. — С. 43–46.
7. Царук И.И. Геологическое строение и рудоносность вулканотектонических структур Чойбалсан-Ононской структурно-металлогенической зоны Восточной Монголии / Материалы XIX междунар. науч.-техн. конф., посвященной 85-летию ИрНИТУ и 40-летию Керуленской междунар. экспедиции. — Иркутск: ИрНИТУ, 2015. — С. 135 — 141.

© Царук И.И., Самович Д.А., Будунув А.А., 2016

Царук Иван Иванович // tsaruk@urangeo.ru  
Самович Дмитрий Аркадьевич // gan@urangeopoisk.ru  
Будунув Александр Александрович // budunov@sosnabf.ru