

интерпретации геолого-геофизической информации с использованием новейших компьютерных технологий, значительного повышения уровня подготовки специалистов геологов, геофизиков, овладения ими новейшими методами исследований и обработки материалов, совершенствования аппаратурной и лабораторной базы. Опыт предыдущих лет подсказывает, что для решения задач по воспроизводству минерально-сырьевой базы урана нужна существенная мобилизации сил и средств, а главное — творческого потенциала и порыва геологов-уранщиков, увлеченных романтикой и жадной новых открытий.

© Царук И.И., Дундуков Н.Н., 2015

Царук Иван Иванович // gan@urangeoipisk.ru
Дундуков Николай Николаевич // Dundukov@urangeo.ru

УДК.553.04(470)

Машковцев Г.А.¹, Святецкий В.С.², Мигута А.К.¹,
Полонянкина С.В.², Щеточкин В.Н.¹ (1 — ФГУП «ВИМС»,
2 — АО «Атомредметзолото»)

ФОРМИРОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УРАНА РОССИИ

*Кратко рассмотрены состояние мировых и отечественных ресурсов урана, его потребление и производство. Приведены результаты деятельности уранодобывающих предприятий России и работ по воспроизводству сырьевой базы урана страны в 2006–2014 гг., выполнявшихся в соответствии с «Планом совместных действий МПР России, Роснедр и Росатома». Показана необходимость актуализации Плана. На период 2015–2030 гг. предложены мероприятия по обеспечению атомной промышленности РФ ядерным сырьем. **Ключевые слова:** уран, План совместных действий, минерально-сырьевая база, производство, воспроизводство урана.*

Mashkovtsev G.A.¹, Svyatetskiy V.S.², Miguta A.K.¹, Polonyankina S.V.², Shchetochkin V.N.¹ (1 — VIMS, 2 — Atomredmetzoloto)

THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCE BASE OF URANIUM RUSSIA

*Briefly reviewed the status of global and domestic resources of uranium, its demand and production. The results of the activities uranium production enterprises of Russia and the reproduction of the resource base of uranium in 2006–2014, which was carried out in accordance with the «joint action Plan» the Ministry of natural resources, Rosnedra and Rosatom are demonstrate. The necessity of actualization of the sources Plan is need. For the period 2015–2030 proposed measures to ensure industry Russia nuclear materials. **Key words:** uranium, the joint action Plan, mineral resources, production, reproduction of uranium.*

В последнее время в преддверии 70-летия атомной отрасли происходит активное обсуждение проблем производства и поисков уранового сырья. 3 июля 2014 г. на базе Всероссийского института минерального сырья им. Н.М. Федоровского Министр природных ресурсов и экологии РФ С.Е. Донской провел совещание по

вопросу «Состояние работ по воспроизводству и использованию минерально-сырьевой базы урана», в котором приняли участие первый заместитель Министра природных ресурсов и экологии Д.Г. Храмов, заместитель руководителя Роснедр Е.А. Киселев, первый заместитель ГК «Росатом» А.М. Локшин, генеральный директор АО «Атомредметзолото» В.Н. Верховцев, представители Роснедр, Росприроднадзора, Минэнерго, Российской академии наук, отраслевых НИИ и геологоразведочных организаций. Совещанием были приняты решения по усилению поисковых работ, направленных на выявление высокорентабельных урановых месторождений, способных существенно улучшить качественные параметры минерально-сырьевой базы (МСБ), разработке организационных и финансово-экономических решений, обеспечивающих приемлемые показатели освоения крупных низкорентабельных объектов, и по необходимости актуализации «Плана совместных действий Минприроды России, Роснедр и ГК «Росатом» по формированию МСБ и освоению месторождений урана на среднесрочную перспективу», утвержденный руководителями этих ведомств в мае 2006 г.

23 апреля 2015 г. Комитет Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию провел круглый стол на тему «Законодательное обеспечение развития уранодобывающей промышленности», решением которого также рекомендуется актуализация Плана совместных действий, совершенствование законодательства, направленное на упрощение механизма получения лицензий на недропользование, а также целый ряд практических мероприятий, в том числе вопрос о строительстве и вводе в эксплуатацию рудника № 6 ПАО «Приаргунский горно-химический комбинат».

Наряду с решениями совещания Минприроды и Круглого стола РФ актуализация Плана должна учитывать «Долгосрочную государственную программу изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья» (2008 г.), «Энергетическую стратегию России на период до 2030 года» (2009 г.), «Стратегию развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2030 года» (2014 г.), а также Программу «Воспроизводство и использование природных ресурсов — ВИПР» (2014 г.), в которой предусмотрены госбюджетные ассигнования по специальному разделу «Уран».

В аспекте решения проблем, нашедших отражение в указанных документах, в статье рассматриваются основные результаты выполнения Плана совместных действий за период 2006–2014 гг. и направления работ по освоению и развитию МСБ урана на 2015–2030 гг. Очевидно, что актуализация Плана должна учитывать не только состояние и перспективы развития МСБ урана России, но и складывающуюся конъюнктуру мирового рынка уранового сырья.

Мировые извлекаемые запасы урана по данным Красной книги (МАГАТЭ) составляют 7,6 млн. т, в том*

*Uranium 2014: Resources, Production and Demand. A joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and JAEA, 2014, Uranium 2011: Resources, Production and Demand. A joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and JAEA, 2012.

числе по ценовым категориям (в долл./кг): < 40—680 тыс. т, < 80 — ~2 млн. т, < 130 — 5,9 млн. т. В связи с истощением запасов относительно «дешевых» руд введена ценовая категория < 260 (в диапазоне 260—130 долл. за кг — около 1,5 млн. т). В настоящее время эксплуатируются запасы категории 80 и менее долл./кг, запасы < 40 долл./кг имеются и разрабатываются в Казахстане, Канаде, Бразилии, Китае и Узбекистане. В России запасы ценовой категории < 40 долл./кг отсутствуют. С 2011 г. после аварии на АЭС «Фукусима» цены существенно снизились — по долгосрочным контрактам со 175 до 120 долл./кг в 2014 г. Это вызвано сокращением спроса на уран, связанного с остановкой АЭС в Японии и пересмотром планов по развитию атомной энергетики. Однако мировая атомная энергетика в целом продолжает развиваться, в связи с чем ожидается последовательное наращивание производства электроэнергии на АЭС и потребления урана в долгосрочной перспективе. Активное строительство АЭС планирует прежде всего Китай, Индия, а также ряд других государств Азии.

В соответствии с этим мировые потребности в уране с современных 65 тыс. т должны достигнуть к 2030 г. по оценке экспертов МАГАТЭ 115—120 тыс. т, что потребует ввода в освоение более дорогостоящих запасов урана в ценовой категории 80—130 долл./кг.

Годовое *производство урана* на трех отечественных предприятиях — ПАО «ППГХО» и АО «Хиагда» в Забайкалье, АО «Далур» в Зауралье — в 2014 г. суммарно составляло 3,0 тыс. т, в том числе 2,0 тыс. т, 0,4 тыс. т и 0,6 тыс. т соответственно. При вводе в освоение новых запасов производственная инфраструктура ПАО «ППГХО» способна увеличить годовую производительность до 2,8—2,9 тыс. т, а АО «Хиагда» — до 1,5—1,8 тыс. т. АО «Далур» при вводе в промышленное освоение месторождения Хохловского, а затем Добровольного достигнет ежегодного уровня производства урана порядка 700 т в год. Около 4,5 тыс. т урана в течение длительного времени будет производиться на совместных предприятиях в Казахстане.

Минерально-сырьевая база урана России составляет порядка 700 тыс. т балансовых запасов и около 140 тыс. т забалансовых. По объему она занимает третье место в мире, уступая только Австралии и Казахстану. Основная часть запасов урана сосредоточена в пределах Сибирского и Дальневосточного Федеральных округов. В трех осваиваемых районах — Стрельцовском (Забайкальский край), Витимском (Республика Бурятия), Зауральском (Курганская обл.) локализовано 25 % балансовых запасов. Почти половина всех балансовых запасов урана связана с Эльконским районом (Республика Саха (Якутия), освоение которого приостановлено в связи с падением цен на уран и низкими экономическими параметрами обработки объекта. Кроме того, значительное количество запасов урана локализовано в малых месторождениях.

Общее количество прогнозных ресурсов урана кат. P_1 и P_2 суммарно составляет 720 тыс. т, кат. P_3 — 1400 тыс. т. Около 80 % прогнозных ресурсов располагается в Сибирском округе.

При значительных объемах минерально-сырьевой базы урана России лишь 8—9 % извлекаемых запасов, как правило обрабатываемых способом скважинного

подземного выщелачивания (Витимский и Зауральский районы), относятся к категории менее 80 долл./кг по себестоимости получения урана и на сегодня могут считаться рентабельными. Основная часть МСБ урана России представлена объектами с рядовыми и бедными жильно-штокверковыми рудами, часто залегающими в сложных географо-экономических и горно-технических условиях. В большинстве случаев такие объекты требуют использования дорогостоящего подземного горного способа добычи.

В то же время, необходимо отметить преимущественно рядовое качество урановых руд не только отечественных, но и большинства зарубежных месторождений. В мире лишь одна страна — Канада обладает месторождениями сверхбогатых урановых руд, доля которых в общем мировом производстве урана составляет 23 %. Все остальные страны — продуценты урана, поставляющие более 75 % мировой продукции, работают на рядовых и даже бедных рудах. При этом надо учитывать, что исчерпание богатых руд вследствие их интенсивной отработки идет значительно быстрее, чем бедных и рядовых. К примеру, на Стрельцовском месторождении в начале 1970-х годов на время окончания разведочных работ среднее содержание урана в рудах составляло 0,232 %, а к 2014 г. снизилось до 0,145 %. Богатые жильные месторождения Рудногорского района в Центральной Европе с запасами урана более 100 тыс. т были полностью отработаны в течение нескольких десятилетий.

Отдельной самостоятельной проблемой является освоение многочисленных, так называемых «малых» урановых месторождений с запасами урана в первые тысячи тонн. Эффективное ее решение может обеспечить увеличение производства урана за горизонтом 2030 г. Для этого потребуются переоценка многих объектов с учетом современных технико-технологических средств освоения в новых экономических условиях, в том числе технологии открытой добычи руд, кучного и подземного выщелачивания с последующей переработкой растворов передвижными мобильными комплексами.

Производство урана

Производство урана в 2006—2014 гг. осуществлялось в Стрельцовском (ПАО «ППГХО»), Витимском (АО «Хиагда») и Зауральском (АО «Далур») районах. Ранее запланированная добыча на месторождениях Эльконского района, а также на Оловском, Горном и Березовом объектах в Забайкалье была отложена на последующий период в связи с существенным ухудшением мировой конъюнктуры уранового сырья.

Объем годовой добычи урана на ПАО «ППГХО» в последнее время был снижен до 1,9—2,0 тыс. т в связи с низким качеством остаточных запасов. Однако предприятием в этот период реализован целый ряд мер, обеспечивших существенное снижение себестоимости производства металла. В их числе строительство сернокислотного завода, внедрение радиометрической сепарации бедных балансовых руд и организация на их основе кучного выщелачивания (КВ). Последнее позволяет получить значительную прибавку металла к общему производимому объему. Выщелачивание выполняется на самом высоком технологическом уровне, включая прогрессивную систему орощения, геофизический контроль про-

цесса закисления штабеля и постоянный мониторинг продуктивных растворов. В целях увеличения добычи руды и улучшения ее качественных показателей построен и введен в работу рудник № 8.

В период 2015–2020 гг. планируется ввести в эксплуатацию находящийся на консервации рудник № 6, который будет разрабатывать Аргунское и Жерловое месторождения с более высокими качественными показателями руд. Благодаря деятельности нового рудника производство металла увеличится на 1,4–1,5 тыс. т в год, и в определенной мере для предприятия в целом будет снижена себестоимость продукции за счет добычи и переработки более богатых руд. В этих же целях планируется формирование второго штабеля кучного выщелачивания, эксплуатация которого практически удвоит производство «дешевого» урана. В перспективе до 2030 г. будет организована отработка остаточных запасов в бортах и в донной части Тулукуевского карьера с последующим его использованием для формирования крупного штабеля КВ из бедных балансовых и забалансовых руд.

АО «Далур» и АО «Хиагда» в 2006–2014 гг. не вышли на проектируемую годовую производительность — 800 т и 1300 т, соответственно. На АО «Далур» снижение уровня объемов добычи от запланированного связано главным образом с задержкой выдачи лицензии на Хохловское месторождение. Однако в дальнейшем АО «Далур» продолжит освоение Далматовского месторождения, разработку Хохловского, а впоследствии Добровольного месторождения, что должно обеспечить устойчивое производство урана на уровне 700 т в год вплоть до 2025–2030 гг.

Отставание от плановых показателей производства урана на АО «Хиагда» было связано с задержками по созданию крупных инфраструктурных объектов, однако к началу 2015 г. поставленные задачи были полностью решены. Главное, что по всем объектам Хиагдинского рудного поля разработаны ТЭО разведочных кондиций и утверждены запасы в ГКЗ, а первоочередные 5 и 6 залежи подготовлены к промышленному освоению способом СПВ. Это позволит увеличить годовое производство урана на предприятии к 2019–2020 гг. до 1 тыс. т с возможным последующим ростом до 1,3–1,4 тыс. т.

Таким образом, до 2020 г. планируется сохранить суммарное производство урана на трех отечественных предприятиях на уровне 3,0–3,2 тыс. т в год, и при этом последовательно замещая дорогостоящую продукцию ПАО «ППГХО» более «дешевым» ураном, развивающихся предприятий АО «Далур» и АО «Хиагда».

Впоследствии в период 2020–2030 гг. будут введены в разработку объекты Эльконского района, Березовое и Горное месторождения, а также вновь выявленные и подготовленные к освоению объекты. Для месторождений Эльконского района разработаны ТЭО разведочных кондиций и утверждены запасы, создана базовая технология переработки руд, к 2020 г. будет завершено проектирование Эльконского горно-металлургического комбината. Производство урана на предприятии к 2030 г. может достигнуть 3 тыс. т в год. По месторождениям Березовое и Горное (АО «УДК «Горное») разработаны ТЭО разведочных кондиций и утверждены запасы урана.

В настоящее время разрабатывается проект опытно-промышленной добычи урана на месторождении Березовое. Проект предусматривает использование комбинированной системы отработки, включающей карьерную добычу руд и кучное выщелачивание для верхней части месторождения с последующим скважинным и блочным выщелачиванием урана из скальных пород его нижних горизонтов. Разработка объекта начнется по мере восстановления цен на природный уран. Она должна стать стартовым примером эффективного и рентабельного освоения малых месторождений в России и повлечь за собой активное вовлечение в разработку других сходных объектов.

Развитие минерально-сырьевой базы урана

Развитие МСБ урана включает решение следующих трех задач: воспроизводство запасов; локализация и оценка прогнозных ресурсов и определение металлогенического потенциала урана малоизученных территорий. Первая задача решается собственно разведочными работами в осваиваемых районах (АО «Атомредметзолото»), вторая и третья — поисковыми и специализированными региональными работами на перспективных площадях (Роснедра).

Воспроизводство запасов урана, осуществляемое силами АО «Атомредметзолото» в соответствии с «Планом совместных действий», в 2006–2014 гг. составило по кат. С₁+С₂ 76,6 тыс. т. Запасы получены в результате разведочных работ общим объемом 644 тыс. п.м бурения на объектах Эльконского, Витимского, Зауральского районов, месторождениях Горное и Березовое. Для всех разведанных объектов были разработаны ТЭО разведочных кондиций, подсчитаны и утверждены ГКЗ запасы урана.

Наибольший прирост запасов — 41 тыс. т получен при доразведке месторождений *Эльконского района* (Элькон, Непроходимое, Дружное, Северное и др.). В результате общий объем балансовых запасов составил здесь 357 тыс. т. В период 2015–2019 гг. работы на отдельных объектах района будут продолжены.

В *Витимском районе* разведочные работы за истекший период проводились на семи объектах Хиагдинского рудного поля — Хиагдинском, Источном, Количиканском, Намаруском, Кореткондинском, Вершинном и Дыбрыньском. В результате чего, при хорошей подтверждаемости прогнозных ресурсов кат. Р₁, достигнут значительный прирост запасов. В 2015–2020 гг. предусматривается завершить доразведку месторождений Вершинное, Количиканское, Кореткондинское и Намаруское, начать геологоразведочные работы на рудопоявлениях Дулесма и Красное и полностью провести разведку месторождения Тетрахское. В случае выявления, проводящимися в настоящее время и планируемыми поисковыми работами новых объектов, они также будут вовлечены в разведку. Ожидаемый результат разведочных работ планируемого периода должен обеспечить значительный прирост запасов района и создать мощную минерально-сырьевую базу — надежный источник долгосрочного производства урана АО «Хиагда» с возможностью увеличения производительности до 1,5–2,0 тыс. т в год. В качестве значительного достижения предприятия следует отметить разработку и внедрение в производство комплексной компьютерной технологии по мониторингу процессов

выщелачивания урана в недрах, позволяющую также осуществлять планирование добычи по геотехнологическим блокам, проводить оперативную оценку прироста и погашения запасов, решать целый ряд других задач.

В *Зауральском районе* проводились разведочные работы на Хохловском месторождении, которые будут продолжены и в дальнейшем с разработкой в 2016 г. ТЭО разведочных кондиций и подсчетом запасов. Впоследствии планируется вовлечь в разведку и месторождение Добровольное.

В соответствии с проектом актуализированного Плана совместных действий за период 2015–2030 гг. прирост запасов на осваиваемых и вновь вводимых в разработку объектах должен составить около 94 тыс. т, что превысит количество погашаемых за это время запасов урана.

Локализация и оценка прогнозных ресурсов урана в 2006–2014 гг. выполнялись по трем направлениям, ориентированным на разные геолого-промышленные типы руд — жильно-штоковерковый в скальных породах, пригодный для отработки традиционными горными методами, стратиформный экзогенно-эпигенетический под СПВ и приповерхностный, месторождения которого могут осваиваться по схеме «карьерная добыча — кучное выщелачивание».

По первому направлению (жильно-штоковерковый тип) работы нацеливались на выявление месторождений богатых руд в вулкано-тектонических структурах (ВТС), древних структурно-стратиграфических несогласиях (ССН) и других обстановках.

Поиски уранового оруденения в связи с ВТС проводились главным образом в Забайкалье на основе прогнозных построений, выполненных ОАО «Сосновгео», БФ «Сосновгеология», ФГУПП «Читагеологоразведка» и отраслевыми НИИ, наметившими целый ряд перспективных площадей — Акуинскую, Таширскую, Мухор-Талинскую, Норанскую и др. Поисковыми работами на Норанской площади на первом этапе выявлено рудопроявление Гребневое с оцененными прогнозными ресурсами кат. P_2 — 30 тыс. т и с отдельными пересечениями богатых руд. В текущем году здесь завершаются оценочные работы. Кроме того, на этот тип оруденения в 2013–2014 гг. проводились поиски на Алазейской площади в Якутии, где ожидается локализация прогнозных ресурсов кат. P_2 — 15 тыс. т.

Поиски урановых месторождений «типа несогласия» велись в 2006–2014 гг. в древних специализированных на уран кристаллических формациях южного обрамления Восточно-Сибирской плиты — на Шангулежской, Окунайской, Аkitканской и Чарской площадях. На Аkitканской площади (Северо-Западное Прибайкалье) работы ограничились оценкой ранее выявленных рудопроявлений урана — Парусного, Безьянного, Каскадного и ряда других, поскольку среднемасштабные прогнозные исследования здесь не проводились и новые поисковые площади и участки выделены не были. В связи с этим ожидаемый на этой площади значительный прирост прогнозных ресурсов получен не был. В то же время Аkitканская площадь по комплексу критериев и признаков сохраняет высокие перспективы, для реализации которых требуется проведение опережающих прогнозно-металлогенетических исследований масштаба 1:200 000 и крупнее.

Поисками в Чарском районе (Северо-Восточное Прибайкалье) выявлено и оценено месторождение Чепок с прогнозными ресурсами кат. P_1 — 10 тыс. т и содержаниями урана 0,2 %, а также рудопроявления Бухаровское, Мигматитовое и др. Здесь работы также имели локальный характер из-за отсутствия предваряющих прогнозных исследований и, соответственно, обоснованных новых поисковых участков. Эта обширная и весьма перспективная на выявление месторождений «типа несогласия» территория не получила достоверной и полномасштабной оценки.

Оценка промышленной ураноносности Шангулежской площади (Восточный Саян), завершающаяся в 2015 г., не выявила здесь типичных обстановок, с которыми связаны классические месторождения «типа несогласия» района Атабаска (Канада). В то же время достоверно установлена рудоносность более древних палеорифтогенных структур, сформированных в протерозойскую эпоху развития региона. На отдельных участках получены рудные пересечения мощностью в несколько метров и содержаниями урана 0,5 % и более. Такие участки заслуживают дополнительного детального доизучения.

Дальнейшее развитие геологоразведочных работ по выявлению эндогенных урановых месторождений в период 2015–2030 гг. будет осуществляться как в пределах осваиваемого Урулюнгуевского района (Юго-Восточное Забайкалье), так и на новых перспективных площадях.

В 2016–2017 гг. планируется провести детальные работы на богатое урановое оруденение в рамках проекта «Кальдера» на участках Стрельцовского рудного поля, определившихся в результате комплексного анализа геолого-геофизической и буровой изученности площади. В последние годы на территории Урулюнгуевского района выделен ряд перспективных структур, заслуживающих опосредованного — Северо-Шаманская, Тарбальджейская, Кличкинская и ряд других. Кроме того, за пределами Забайкальского региона поисковые работы следует провести на ранее определившихся и подготовленных площадях Енисейского кряжа (Кедрово-Вороговская впадина), Буреинского массива (Каменушенская ВТС) и др.

Поисковые работы на *стратиформное экзогенное эпигенетическое урановое оруденение* проводились в 2006–2014 гг. в Республике Бурятия (Витимский район), в Курганской области (Зауральский район) и в Калмыкии (Гашунская площадь).

На Гашунской площади на месторождении Балковское проведены поисково-оценочные работы с натурным двухскважинным опытом, оценившие прогнозные ресурсы объекта (кат. P_1 — 5 тыс. т и P_2 — 10 тыс. т) и определившие принципиальную возможность его разработки методом СПВ. В последующем на этой территории были осуществлены поиски с широким охватом перспективных песчаных формаций Палеодона, однако установленные зоны окисления носили главным образом грунтовой характер и их границы сопровождалась лишь небольшими повышениями радиоактивности. В этой связи район в целом оценен как неблагоприятный для формирования масштабных экзогенно-эпиге-

нетических месторождений урана и в соответствии с этим поисковые работы здесь на этот тип прекращены.

В Зауральском районе не были получены положительные результаты при опoисковании юрско-меловых отложений Новогеоргиевской палеодолины: здесь были выявлены лишь незначительные по масштабу скопления бедных руд, не имеющие практического значения. Можно считать, что многолетняя оценка промышленной ураноносности этого района в связи с юрско-меловыми палеодолинами в основном завершена и его минерально-сырьевой потенциал ограничен месторождениями Долматовское, Хохловское, Добровольное и рядом ранее выявленных рудопроявлений. Возможности расширения МСБ района связаны с поисками урана на его восточной окраине, однако ожидаемые значительные глубины (800–1000 м) залегания потенциально рудоносного комплекса определяют экономическую нецелесообразность развития на этих площадях геологоразведочных и добычных работ на ближайшую перспективу.

Наиболее весомые результаты поисков урана получены в Витимском районе. Здесь выявлен целый ряд весьма перспективных месторождений для освоения: Дулесминское с прогнозными ресурсами кат. P_1 — 8,5 тыс. т и P_2 — 6,0 тыс. т; Красное — соответственно 5,4 и 2 тыс. т; Туруягирский участок — 6,1 и 16,1 тыс. т. На участке Джилиндинского месторождения увеличены запасы на 400 т, прогнозныe ресурсы кат. P_1 выросли на 2,5 тыс. т, P_2 — увеличились до 10 тыс. т. Суммарный прирост прогнозных ресурсов в Витимском районе за 2006–2014 гг. составил по кат.: P_1 — 22,5 тыс. т, P_2 — 34,1 тыс. т.

В 2015–2016 гг. завершаются поисковые работы на Баркасунском и Кулариктинском участках, где ожидаемые прогнозныe ресурсы кат. P_1+P_2 составляют 10 и 13 тыс. т соответственно. В дальнейшем в районе планируется опoискoвать еще три перспективные площади: Антасейскую с ожидаемыми прогнозными ресурсами урана кат. P_1+P_2 — 30 тыс. т, Дутакитскую — 11 тыс. т и Аталангинскую — 15 тыс. т. Таким образом, общее количество прогнозных ресурсов урана кат. P_1+P_2 в Витимском районе к 2030 г. должно составить порядка 145 тыс. т, что явится надежной базой для воспроизводства запасов урана на уровне 50–60 тыс. т.

Кроме того, в целях выявления и подготовки к освоению новых районов, пригодных для организации добычи урана методом СПВ, запланированы опережающие поисковые работы в Дальневосточном регионе. Они нацелены на определение проявленности ведущих факторов экзогенно-эпигенетического рудообразования и в первую очередь на выявление участков развития рудоконтролирующих зон грунтового и пластового окисления. На этой основе будут выделены локальные поисковые участки. Первоочередными площадями опережающих исследований станут Нижне-Буреинская, Кульдурская и Преображенская, располагающиеся в пределах Амуро-Зейской и Средне-Амурской впадин на склонах Буреинского и Ханкайского поднятий. В прилегающих районах Приморья также имеется целый ряд площадей, перспективных для поисков урана в молодых палеоусловных структурах.

Приповерхностные урановые месторождения — третий промышленный тип объектов, заслуживающих проведение поисково-оценочных работ. В период 2006–2014 гг. оценены месторождения, расположенные в Таширском, Южно-Витимском и Еравнинском районах (Республика Бурятия).

В Таширском районе на Убукунском месторождении в результате проведения работ подсчитаны запасы кат. C_2 — 1,7 тыс. т и локализованы прогнозныe ресурсы кат. P_1 — 4 тыс. т и P_2 — 15 тыс. т. Технологического-экономические расчеты показали положительную рентабельность разработки этого небольшого объекта по схеме «Карьерная добыча — кучное выщелачивание». На приповерхностных месторождениях Талаканское и Витлаусское (Еравнинский район) подсчитаны запасы кат. C_2 — 5,3 тыс. т со средним содержанием урана 0,085 % и прогнозныe ресурсы кат. P_1 — 2,5 тыс. т. На Хушидинском участке (северное продолжение Шегловского месторождения) локализованы прогнозныe ресурсы кат. P_1 около 3 тыс. т. Определенный практический интерес представляют урановорудные скопления в подпочвенных отложениях рудопроявлений Сиротинка и Орогочи (Забайкальский край) с общими прогнозными ресурсами легко выщелачиваемого урана кат. P_1+P_2 — 5 тыс. т.

Таким образом, только в Республике Бурятия и Забайкальском крае на малых урановых объектах локализовано суммарно около 30 тыс. т ресурсов кат. P_2+P_1 и предварительно оценены запасы металла кат. C_2 — 7 тыс. т. Технологические испытания и экономические оценки показали весьма высокую инвестиционную привлекательность месторождений этого типа со сроком окупаемости вложенных финансовых средств от 2 до 5 лет и положительной рентабельностью порядка 12–15 %. Одновременное освоение приповерхностных объектов вместе с подготовленным к отработке малым Березовым месторождением может обеспечить дополнительное годовое производство урана в регионе более 1000 т, а последовательная разработка объектов по пространственно сближенным группам — не менее 500 т. Учитывая получение на каждом из месторождений первого товарного продукта — «желтого кека» с содержанием урана 40–60 %, можно считать, что освоение малых месторождений региона, требующее минимальных затрат времени и «капитальных» финансовых средств, должно явиться существенным источником «дешевого» урана.

Особняком стоят результаты изучения и оценки возможности освоения *стратиформных фосфорно-редкоземельно-урановых* Шаргадыкского и Багабурульского месторождений Ергенинского урановорудного района в Калмыкии, пригодных для отработки по схеме «карьер — кучное выщелачивание». В 2011–2013 гг. выполнено геолого-минералогическое и лабораторно-технологическое доизучение комплексных руд и произведена предварительная геолого-экономическая оценка, давшая в целом положительные результаты. В настоящее время реализуется геологическое задание, включающее проведение натурного опыта кучного выщелачивания комплексных руд с получением трех продуктов — урана, редких земель и фосфорного концентрата, разработку ТЭО временных кондиций и подсчет запасов. Предварительные данные свидетельствуют о тех-

нологической и экономической эффективности освоения объектов с разделным получением товарных продуктов, имеющих безусловную востребованность на сырьевом рынке. В целом это свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности этих объектов и целесообразности их лицензирования после получения достоверных положительных результатов геолого-экономической оценки апробированных ГКЗ.

На период 2015–2030 гг. целесообразны технологическая и геолого-экономическая переоценка целого ряда других приповерхностных объектов, а также лицензирование уже оцененных месторождений — Щегловского, Талаканского, Витлауского и др. По предварительным расчетам суммарное производство урана при освоении малых месторождений РФ может достигать 1,0–1,5 тыс. т в год. Однако для этого потребуются создание и внедрение в производственную практику мобильных комплексов по переработке урановых руд до получения «желтого кека».

Региональные геологические исследования (РГИ) на уран и сопутствующие твердые полезные ископаемые, направленные на выделение и обоснование локальных поисковых площадей и участков, должны включать геолого-минералогическое картирование (ГМК) (м-б 1:500 000–1:200 000) и прогнозно-геологические исследования (ПГИ) (м-б 1:200 000–1:50 000 и крупнее).

Выделение площадей ГМК и ПГИ является результатом тематического комплексного обобщения и анализа геолого-геофизических данных предшествующих исследований и поисковой изученности с учетом востребованности полезного ископаемого, наличия транспортной, энергетической, профильной производственной и социальной инфраструктуры, а также утвержденных государственных программ социально-экономического развития регионов и стратегий развития ресурсопотребляющих отраслей народного хозяйства.

ГМК и ПГИ осуществляются в соответствии с известными методическими основами наземных и дистанционных геолого-геофизических исследований и нацелены на выделение площадей и участков недр, соответствующих потенциальным рудным узлам и рудным полям. В их пределах проводятся детализационные (м-б 1:25 000–1:10 000) геолого-структурные, геофизические, геохимические, а на опорных и тестовых участках — заверочные горно-буровые работы.

По результатам работ выделяются поисковые площади и подготавливаются пакеты геологической информации по выделенным участкам недр, которые являются основным итоговым документом. Пакеты информации размещаются в Государственном кадастре месторождений и Кадастре природных ресурсов. Они включают количественную оценку прогнозных ресурсов кат. P_3 и при вскрытии оруденения с промышленными параметрами — P_2 .

Задачи специализированных РГИ касаются выявления новых урановорудных узлов с объектами как гидрогенного типа, пригодных для добычи прогрессивным способом СПВ, так и богатого эндогенного под горный способ отработки.

Анализ особенностей геологического строения России заставляет полагать, что перспективы обнаружения

новых крупных гидрогенных объектов в целом невелики, но сохраняется возможность выявления отдельных месторождений палеодолинного типа или их групп в рифтогенных впадинах Забайкалья, в пределах Кулундино-Барнаульской и Чулымо-Енисейской впадин Западной Сибири, в Амуро-Зейской и других депрессиях Приамурья, а также в иных регионах Дальнего Востока.

Перспективы выявления в России районов с эндогенными урановыми объектами достаточно велики. Наибольший интерес в этом плане представляет зона южного обрамления Восточно-Сибирской плиты, протягивающаяся на несколько тысяч километров и включающая Енисейский кряж, Восточный Саян, Северное Прибайкалье, активизированные структуры Чарской глыбы и Алданского щита. В каждой из этих геоструктур выявлены очаговые проявления тектоно-магматической активизации, сопровождавшиеся, в частности, образованием урановых месторождений и рудопроявлений. В числе рудоносных районов здесь выделяются Северо- и Южно-Енисейский, Восточно-Саянский, Аkitканский, Тонодский, Чарский, Мурунский, Учуро-Майский. Ранее оценка этих районов проводилась на небольших площадях главным образом по результатам АГСМ-съемки, выявившей ураноносные участки и объекты с приповерхностной локализацией оруденения. При этом системных поисковых работ с оценкой ураноносности глубоких уровней рудоперспективных структур здесь, как правило, не выполнялось. В период 2015–2030 гг. поисково-оценочные работы планируется сосредоточить в Присяянье, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

В более дальней перспективе необходимо продолжить поиски урановых месторождений и в Европейской части страны, в частности в Ладожском и Карельском блоках Балтийского щита, где известны небольшие объекты урановых руд в зоне предрифейского несогласия и комплексных уран-благороднометалло-ванадиевых руд в зонах складчато-разрывных дислокаций, а также на Воронежском кристаллическом массиве, где возможно выявление месторождений в натриевых метасоматитах и в зоне предрифейского структурно-стратиграфического несогласия.

В результате выполнения комплекса поисковых работ и региональных геологических исследований в 2015–2030 гг. ожидается прирост прогнозных ресурсов урана кат. P_1+P_2 порядка 1050 тыс. т, P_3 — 600 тыс. т. Такой прирост прогнозных ресурсов обеспечивает воспроизводство погашаемых запасов с определенным заданием на будущее.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

В планируемый период работ по актуализированному Плану (2015–2030 гг.) намечается проведение НИОКР по следующим направлениям.

АО «Атомредметзолото» будет осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, обеспечивающие совершенствование технологий добычи и переработки руд, повышение производительности бурения, интенсификацию перевода урана в продуктивные растворы, технологию их переработки, проводить геоэкологические и другие исследования. Основные на-

правления НИОКР, связанные с освоением месторождений, следующие:

разработка и внедрение информационных технологий на добывающих и проектируемых предприятиях. В рамках этой работы создаются геолого-математические модели всех месторождений урана и разрабатывается уникальное, не имеющее аналогов в мире, программное обеспечение геотехнологического моделирования и управления добычей на месторождениях скважинного подземного выщелачивания. Использование новых методов позволит максимально оптимизировать освоение месторождений с точки зрения экономики и полноты отработки недр;

совершенствование технологий скважинного подземного выщелачивания, включая разработку регламентов подачи кислоты, применения окислителей, исследование восстановленных и окисленных форм урана и т.д. Эти работы позволят интенсифицировать процесс скважинного подземного выщелачивания и достичь полноты извлечения полезных компонентов;

создание комплексных технологий переработки урановых руд с использованием относительно малозатратных геотехнологических методов кучного и блочного подземного выщелачивания. Проведение этих исследований позволит оптимизировать технологию переработки сложных руд, а также вовлечь в производственный процесс бедные балансовые и забалансовые руды действующих и проектируемых предприятий;

совершенствование и внедрение новых технологий при горном подземном способе добычи на месторождениях действующих предприятий. Выполнение этих исследований направлено на снижение потерь и разубоживания в процессе отработки урановых руд;

совершенствование и внедрение в производство аппаратурно-методических каротажных комплексов нового поколения для прямых определений урана в недрах методом мгновенных нейтронов деления. Использование этих комплексов позволит не только удешевить разведку и получить надежные данные для подсчета запасов, но и лучше контролировать количество запасов при вскрытии месторождений, вести мониторинг отработки недр при скважинном подземном выщелачивании;

разработка и внедрение систем сбора, обобщения и анализа данных о напряженно-деформированном состоянии массивов пород в зоне производства горных работ, получаемых различными методами и техническими средствами на геомасштабных уровнях рудного поля, месторождения и очистного блока. Это позволит прогнозировать развитие опасных сейсмогеодинамических процессов для разнообразных пространственных геосистем, снизить уровень геодинамического риска при производстве горных работ на месторождениях, находящихся в сложных горно-геологических и удароопасных условиях.

Роснедра будут выполнять научные и тематические исследования по направлениям, обеспечивающим высокую эффективность прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ на уран:

уточнение закономерностей размещения урановорудных районов известных и ожидаемых на территории Рос-

сии геолого-промышленных типов уранового оруденения на основе комплексного анализа новых данных по ураноносности, формационным, геодинамическим, глубинно-геологическим и металлогеническим особенностям ведущих рудных провинций мира;

прогнозная оценка ураноносных территорий с использованием комплексных (геологических, геофизических и геохимических) объемных моделей участков недр, выделением и обоснованием крупных структур и районов, перспективных на выявление урановорудных объектов, в том числе не проявленных или слабо проявленных на современной поверхности;

выяснение условий локализации месторождений в перспективных районах с определением особенностей рудоносных структур, геолого-промышленного типа, масштаба оруденения, а также возможного уровня его эрозионного среза;

разработка поисковых моделей и обоснование рациональных комплексов методов применительно к геологическим, ландшафтно-геоморфологическим обстановкам и ожидаемому геолого-промышленному типу оруденения в рудоперспективных районах;

разработка, усовершенствование и апробация новых поисковых методик, методов и аппаратуры, в том числе позволяющих фиксировать слепое и перекрытое урановое оруденение по геохимическим, петролого-минералогическим, геофизическим, атмогеохимическим, ионно-газовым, изотопным и другим признакам;

геотехнологические исследования и геолого-экономическая оценка известных малых урановых месторождений, определение возможности их освоения с применением скважинного, кучного или подземного выщелачивания;

разработка среднесрочных (5–6 лет) программ развития геологоразведочных работ по последовательному изучению и оценке крупных рудоперспективных районов.

В заключение следует подчеркнуть, что в связи с интенсивной отработкой запасов низкой себестоимости добычи, пригодных для скважинного подземного выщелачивания, необходимо активизировать работы, проводимые Роснедрами в Витимском и других перспективных районах по выявлению и изучению подобных объектов. Интенсификация работ по этому направлению позволит восполнить активно погашаемую рентабельную часть минерально-сырьевой базы и обеспечить задел для стабильного и устойчивого развития российской уранодобывающей отрасли.

В долгосрочной перспективе, по мере истощения запасов низкой стоимостной категории и роста цен на природный уран, начнут вовлекаться в отработку новые месторождения с более дорогими горными способами добычи. Для выявления и подготовки таких объектов с повышенным качеством руд в период 2015–2030 гг. необходимо усиление поисковых и поисково-оценочных работ на уран. Особое внимание необходимо уделить районам, где расположены действующие уранодобывающие предприятия.

Следует отметить, что поисковые и поисково-оценочные работы на уран, планируемые на период 2015–2030 гг., характеризуются все более усложняющимися географическими (удаленность, отсутствие инфраструктуры, кли-

мат), горно-техническими (глубина залегания, многолетнемерзлые породы и проч.) и иными условиями, а также необходимостью перехода к поискам слабопроявленного и скрытого оруденения, что требует увеличения объема инвестиций на геологоразведочные работы по сравнению с периодом 2006–2014 гг.

© Коллектив авторов, 2015

Машковцев Григорий Анатольевич // vims@df.ru
Святецкий Виктор Станиславович // VStCvyatetsky@armz.ru
Мигута Анатолий Константинович // vims@df.ru
Полонянкина Светлана Викторовна // Polonyankina.S.V.@armz.ru
Щеточкин Валерий Николаевич // vims@df.ru

УДК 553.495

Пешков П.А.¹, Суматов Ю.М.², Шумилин М.В.¹
(1 — ЗАО «Витимгеопром», 2 — ООО «Геосигма»)

МОЛОДОЙ УРАН РОССИИ

*Рассмотрены основные особенности поверхностных месторождений урана, выявленных в 1970–1980-е годы, в Канаде, США, а позднее — Швеции, Финляндии и в России. Все эти объекты отнесены к подтипу «молодой уран». Дана краткая характеристика наиболее типичных месторождений Орогочи и Сиротинка, установленных компаниями ЗАО «Витимгеопром» и ООО «Геосигма» на Каренгской площади в Забайкальском крае. Приведены основные параметры их геолого-экономической оценки. Показана необходимость продолжения геологоразведочных работ, направленных на наращивание минерально-сырьевой базы «молодого» урана в Забайкалье и в других регионах России. **Ключевые слова:** Каренгская площадь, месторождение, Сиротинка, Орогочи, урановое оруденение, «молодой уран», нерадиоактивный уран, прогнозные ресурсы, рудопроявления, аномалии, рыхлые отложения.*

Peshkov P.A.¹, Sumatov Yu.M.², Shumilin M.V.¹ (1 — Vitimgeoprom, 2 — Geosigma)

YOUNG URANIUM OF RUSSIA

*The article reviews basic features of surface uranium deposits, discovered in 1970–1980 in Canada, USA, and later — in Sweden, Finland and Russia. Such objects are classified as «young» uranium subtype. Short description of Orogochi and Sirovinka deposits, discovered by Vitimgeoprom and «Geosigma» in Karenga field of Zabaikalsky krai (region) is given. The article also demonstrates necessity of further geological explorations, aimed at the increase of «young uranium» mineral base Zabaikalsky krai and other regions of Russia. **Key words:** Karenga field, deposit, Sirovinka, Orogochi, uranium mineralization, «young uranium», non-radioactive uranium, inferred resources, anomaly, occurrence, soft sediments.*

Месторождения, так называемого «молодого» урана, впервые привлекли внимание геологов еще в 1970–1980-е годы. Название «молодые» (young) они получили в связи с крайне небольшим, практически современным возрастом руд, в большинстве случаев с еще не установившимся радиоактивным равновесием. Подобные месторождения плохо фиксируются нашими прямыми методами, проявляясь в радиометрических

полях лишь незначительными повышениями радиоактивности.

Ураноносные отложения «молодого урана» формируются в довольно узком диапазоне климатических условий — от умеренных гумидных до субарктических. Все месторождения этого типа оказываются расположенными севернее 50° СШ и тяготеют к периферии области развития вечной мерзлоты. Большинство из них находятся вне этой зоны. Лишь месторождения России оказываются внутри контура сплошного развития мерзлых пород, достигающего здесь наиболее низких широт [1, 3].

Все эти объекты являются поверхностными, т.е. образуются на поверхности или в пределах нескольких метров от нее в результате взаимодействия грунтовых или поверхностных вод с различными компонентами почв или осадков.

Начальный процесс накопления урана, вероятно, происходил в корях выветривания гранитов, возможно, еще в позднем мелу-палеогене в условиях относительно теплого климата. В последующую эпоху эти коры были частично размыты и частично законсервированы мерзлотой. Начавшееся совсем недавно (менее 10 тыс. лет назад) потепление привело к расконсервации этих кор и выщелачиванию из них урана, отлагавшегося уже в современных осадках долин.

Масштаб месторождений «молодого» уранового оруденения колеблется от 50–100 до 1000 т урана. Однако содержание урана на таких объектах варьирует от 0,01 до 0,15 %, а в отдельных блоках — до 2–3 %. Таким образом, хотя данные объекты и невелики по размеру, они могут иметь вполне сопоставимые содержания с рудами других типов разрабатываемых урановых месторождений и быть интересными для промышленности. Тем более, что они располагаются компактно, группами по 5–10 объектов на ограниченном пространстве с общими ресурсами до 3–5 тыс. т, что представляется перспективным для их освоения.

Первые такие месторождения были открыты еще в 1970-х годах на северо-западе США в штате Вашингтон и на территории Британской Колумбии в Канаде, а несколько позже — на Скандинавском п-ове — в Финляндии и Швеции (рис. 1) [1, 2, 4].

В России проявление нерадиоактивного урана впервые было зафиксировано в 1963 г. в бассейне р. Сиротинка (Каренгская площадь, Тунгокоченский район Забайкальского края) при проведении литогеохимического опробования масштаба 1:200 000.

В 1983–1986 гг. на участке Витим в междуречье р. Тундак и Берея аэоработами были выявлены многочисленные аномалии, аномальные повышения интенсивностью 2–3 фона, пространственно совмещенные с массивами высокорadioактивных гранитов юрского возраста и, как правило, расположенные в поймах и на террасах речных долин и их притоков. Аномалии в долине р. Правая Сиротинка и в нижнем течении р. Орогочи заверочными работами переведены в разряд рудопроявлений (рис. 2).

При наземной проверке все эти объекты были ошибочно отнесены к «солевым» ореолам урана и, соответственно, отбракованы.