

Бойцов А.В. (АО «Ураниум Уан Групп»)

МИРОВАЯ УРАНОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ

Согласно базовому сценарию развития мировой атомной энергетики добыча урана к 2030 г. должна увеличиться в 1,5 раза. Производство на действующих рудниках будет снижаться, а планируемые новые рудники смогут лишь компенсировать выбывающие мощности. Дополнительные 30 тыс. т урана в год планируется добывать на новых перспективных рудниках. Несмотря на депрессивный урановый рынок добыча урана в 2016 г. достигла 62 тыс. т — исторический максимум с 1988 г. Основным способом добычи урана с 2010 г. стало скважинное подземное выщелачивание. Общий объем мировых разведанных ресурсов урана достаточен для обеспечения долгосрочных реакторных потребностей, вместе с тем, большая часть ресурсов относится к высоким стоимостным категориям и после 2020 г. возможен дефицит «дешевых» ресурсов. С целью гарантированного долгосрочного сырьевого обеспечения отраслевых потребностей в уране Росатом в 2010 г. приобрел канадскую компанию Ураниум Уан и консолидировал на ее основе высокоэффективные урановые активы в Казахстане и других странах. За последние 7 лет производство Ураниум Уан выросло почти в 5 раз, что позволило выйти на четвертое место в мире среди урановых компаний. Разведанная сырьевая база и планируемые производственные мощности способны обеспечить дальнейший рост при благоприятных рыночных ценах. **Ключевые слова:** уран, добыча, производство, геологоразведка, ресурсы, сырьевая база, урановый рынок, цена, спрос, предложение, Росатом, Ураниум Уан, Казатомпром.

Boytsov A.V. (Uranium One Group)

WORLD URANIUM INDUSTRY: STATUS,
DEVELOPMENT PROSPECTS, CHALLENGES

According to the basic scenario of the development of the world nuclear power industry, uranium mining by 2030 should increase by 1,5 times. Production at operating mines will decline, and the planned new mines will only be able to compensate for the outgoing capacity. An additional 30 thousand tons of uranium per year is planned to be extracted at new promising mines. Despite the depressive uranium market, uranium mining in 2016 reached 62 thousand tons — a historic high since 1988. The total uranium resource base is more than sufficient to ensure the long-term needs of nuclear industry. At the same time, the great share of resources belongs to high cost categories and after 2020 uranium producers may face the shortage of low cost resources. In 2010 Rosatom has acquired a Canadian public company Uranium One in order to secure long term uranium supply for Russian nuclear fuel cycle chain. It has consolidated on its basis high quality uranium assets in Kazakhstan and in other countries. Uranium One has in-

creased annual production almost 5 times during the last 7 years and became a fourth global U producer. Known resources and planned mining capacities secure further sustainable U production grown at favorable market conditions. **Key-words:** Uranium, mining, production, exploration, resources, resource base, uranium market, price, supply, demand, Rosatom, Uranium One, Kazatomprom.

Мировая атомная энергетика в целом восстановилась от аварии на АЭС «Фукусима». Большинство стран с развитой атомной энергетикой уверены в ее будущем с учетом применения новейших технологий в реакторостроении и эксплуатации АЭС, предъявляющих жесткие требования к безопасности атомных реакторов. Вместе с тем, ее последствия продолжают «лихорадить» урановый рынок.

Урановый рынок: спрос, предложение, цены

Все ведущие мировые аналитики в области уранового рынка прогнозируют устойчиво растущий спрос на уран в долгосрочной перспективе. Так, согласно базовому сценарию развития мировой атомной энергетики ряда аналитических компаний, опубликованному в 2017 г., реакторные потребности в уране к 2030 г. возрастут с текущих 73 до 86–88 тыс. т/год. За этот период времени доля вторичных источников снизится более чем в 3 раза, а основной рост должен быть обеспечен первичной добычей природного урана, который не имеет альтернативы на этом горизонте. Его добыча к 2030 г. должна увеличиться с нынешних 62 до 80 тыс. т. почти на 30 %. Причем добыча урана на действующих рудниках сократится на 20 %, а планируемые новые рудники смогут лишь компенсировать выбывающие мощности. С 2024 г. спрос на уран начнет превышать предложение и дефицит составит более 18 тыс. т к 2030 г., а при агрессивном сценарии развития атомной энергетики достигнет 48 тыс. т. (рис. 1).

Более ранний аналитический обзор Всемирной ядерной ассоциации 2015 г. [1] показывает, что добыча к 2035 г. должна увеличиться уже до 90 тыс. т, а необеспеченный спрос планируется удовлетворять с 2023 г.

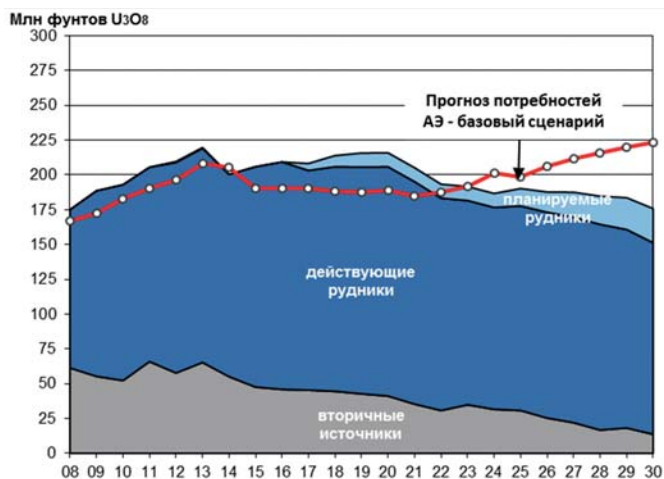


Рис. 1. Прогноз спроса и предложения на уран до 2030 г.

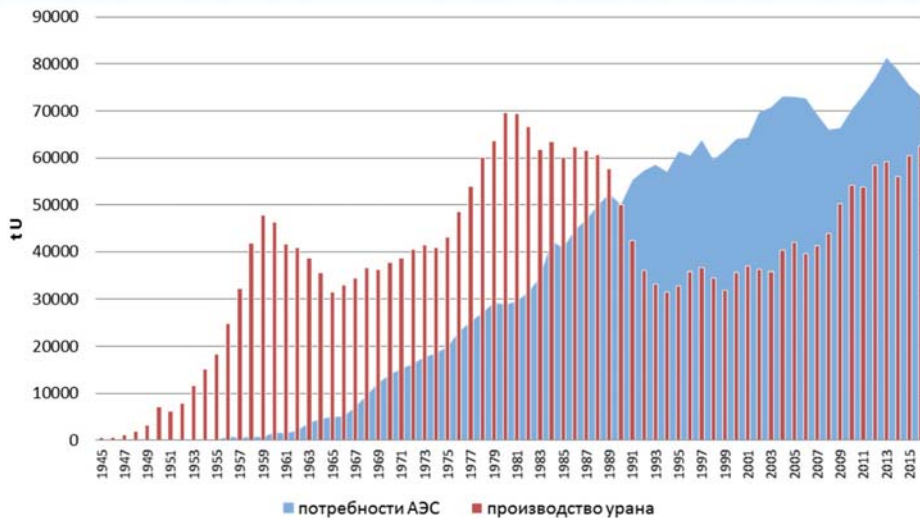


Рис. 2. Историческое соотношение сырьевых потребностей АЭС и производства урана [2]



Рис. 3. Динамика мировых цен на уран с 2004 по 2017 г. (публичные данные UxConsulting)

за счет добычи на новых перспективных рудниках в объеме 30 тыс. т урана в год к 2035 г. Где взять недостающее количество? Сможет ли мировая урановая промышленность ответить на эти вызовы и удовлетворить потребности в природном уране? Достаточна ли для этого сырьевая база и добывающие мощности?

Вспомним историю. До начала 1990-х годов в связи с развитием военных ядерных программ добыча урана значительно превышала реакторные потребности (рис. 2). В результате были сформированы крупные складские запасы урана.

В 1990-х годах с началом демилитаризации и конверсии ядерных программ ранее накопленные запасы начали активно расходоваться на нужды атомной энергетики. Это привело к существенному дисбалансу между добычей урана и его потреблением. С 1990 г. кумулятивные потребности в уране превзошли его добычу на 450 тыс. т. Добыча продолжала снижаться, а низкие цены на уран не стимулировали развитие новых производств и привлечение инвестиций в геологоразведку.

В середине 2000-х годов урановый рынок наконец ожил, а в 2007 г. произошел небывалый

рост цен (рис. 3), который дал мощный импульс развитию урановой промышленности. Как следствие, выросли инвестиции в геологоразведку, были открыты крупные месторождения в Канаде и Африке, компании стали готовиться к освоению ранее остановленные резервные проекты.

Урановый кризис 1990-х годов во многом повторился и в наши дни. Трагедия Фукусимы привела к закрытию ряда реакторов и распродажи энергокомпаниями части складских запасов, что обусловило дисбаланс между спросом и предложением, который по-прежнему сохраняется. Как следствие, наблюдается затяну-

вшееся падение цен на уран: с 72 на момент Фукусимы до сегодняшних 20 долл. США за фунт.

В сложившихся условиях низких цен, ключевые игроки пересматривают планы по вводу новых месторождений в пользу решения задач повышения экономической эффективности и устойчивому развитию действующих предприятий. Значительно сокращаются инвестиции в геологоразведку как со стороны ведущих производителей, так и многочисленных компаний юниоров [2] (рис. 4). Так, кризис на урановом рынке привел к двукратному сокращению инвестиций в разведку в 2015 г. Несмотря на это, Канада, Китай и США поддерживают инвестиции на высоком уровне. На Китай приходилось более 90 % инвестиций в геологоразведку за рубежом в 2014–2015 гг.

Кроме цены на уран на реализацию планов производителей урана влияют политические, социальные, экологические, технологические и технические факторы. Однако речь идет не об отказе от новых проектов, а о разработке более эффективных технологических решений.

На фоне общей тенденции сдержанного развития уранового рынка выделяется агрессивная политика Китая, нацеленная на обеспечение растущих будущих потребностей атомной энергетики. Она заключается в

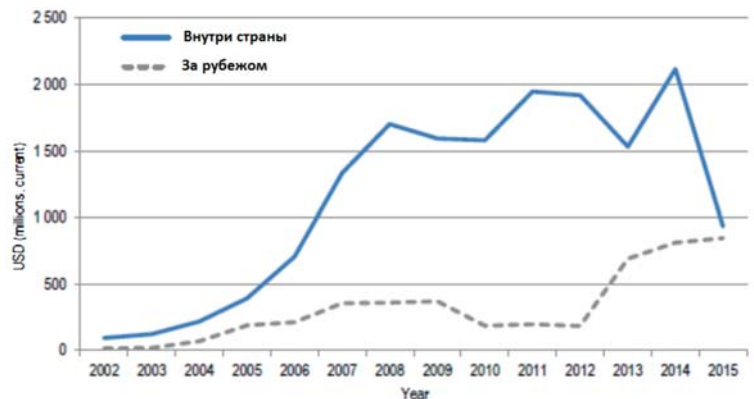


Рис. 4. Исторические инвестиции в урановую геологоразведку [5]

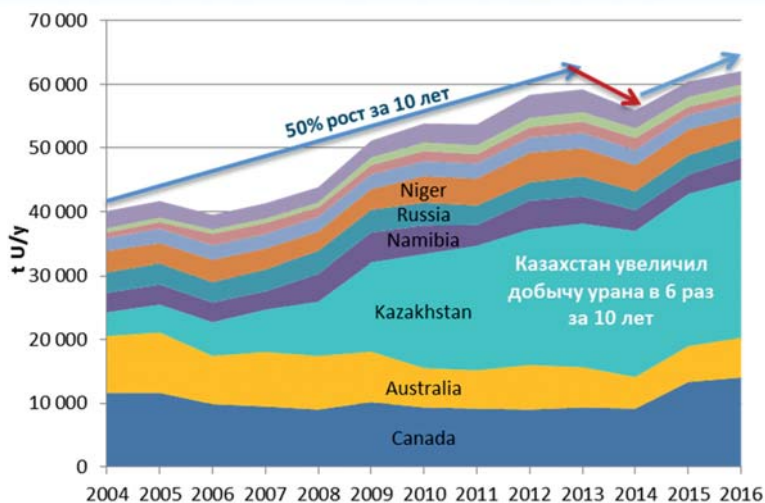


Рис. 5. Историческая добыча урана по странам (публичные данные компаний и оценка автора)

активном импорте урана для создания крупных складских запасов, участии в капитале крупных урановых проектов за рубежом, активизации добычи и геологоразведки урана внутри страны. Например, по оценке аналитиков, накопленные Китаем с 2008 г. складские запасы превысили 130 тыс. т урана.

Добыча урана

Несмотря на депрессивный рынок, добыча урана продолжала рост, а в 2016 г. и вовсе достигла рекордного показателя за последние 23 года в 62 тыс. т. (рис. 5). Основной рост обеспечил Казахстан, за 10 лет увеличив добычу более чем в 6 раз. В 2016 г. Казахстан добыл 40 % мирового урана. Среди компаний Казатомпром также прочно удерживает лидерство с 21 % от общемировой добычи урана. Далее следуют канадская Камеко, французская Арева, незначительно опередившие Росатом в 2016 г. после запуска рудника Cigar Lake в Канаде в 2015 г. Доля Росатома в мировой добыче составила 13 %, из которых 8 % производство компании Uranium One.

Основным способом добычи урана с 2010 г. стало скважинное подземное выщелачивание, ранее считавшееся нетрадиционным способом. Его доля выросла с 20 % в 2005 г. до 50 % в 2015. Парадоксальный рост добычи урана на фоне низких цен объясняется тем, что выживают только крупные компании с высококачественными месторождениями или с приемлемыми долгосрочными контрактами.

Сырьевая база урана

Срок отработки любого месторождения конечен, поэтому ключевым фактором устойчивого роста добычи урана является качественная сырьевая база. Согласно так называемой Красной Книге по урану МАГАТЭ-ОЭСР 2016 г. [2], общий объем всех разведанных ресурсов достаточен для обеспечения будущих долгосрочных потребностей. За 6 лет они увеличились на 21 % и по состоянию на 01.01.2015 составили около 7,6 млн т. Вместе с тем ресурсы стоимостной категории менее 80 долл. США/кг, являющиеся основой для пла-

нирования производства добывающих компаний, сократились за этот же период на 43 % и составляют около 2,1 млн т (рис. 6). При этом из недр за всю историю уже добыто 2,5 млн т урана в основном самых дешевых ресурсов. Таким образом, большая часть слабо разведана и относится к высоким стоимостным категориям.

По оценке автора, кумулятивная добыча урана ведущими компаниями к 2030 г. составит 1,2 млн т, что эквивалентно примерно 60 % доли «дешевых» запасов категории менее 80 долл. США/кг. За этот период запасы этой категории собственно урановых месторождений сократятся почти в 2 раза, а более половины оставшихся запасов будет приходиться на Олимпик Дэм, где уран попутный компонент и его добыча зависит от конъюнктуры цен на медь. Таким образом, после 2020 г. возможен дефицит «дешевых запасов».

Учитывая вышеизложенное, а также то, что период от начала поисков до освоения месторождения составляет не менее 10 лет, чрезвычайно актуальна проблема активизации урановой геологоразведки, направленной на открытие новых крупных месторождений с ресурсами низкой стоимостной категории.

Урановая геологоразведка

Всего в мире за исторический период было открыто более 1 000 месторождений урана. Более или менее надежные данные по истории открытия для 200 объектов показывают, что количество открываемых месторождений за период с 1940-х годов неуклонно сокращалось. Абсолютный минимум приходится на 1990-е годы, и лишь в текущем столетии наметился некоторый рост.

Это говорит о том, что эра простых открытий прошла. Открытие месторождений — это сложный, дорогостоящий и длительный процесс. Вначале поисками выявляются геофизические или геохимические аномалии, затем, даже если при их изучении удастся обнаружить собственно урановую минерализацию, оценка промышленного значения этих проявлений может

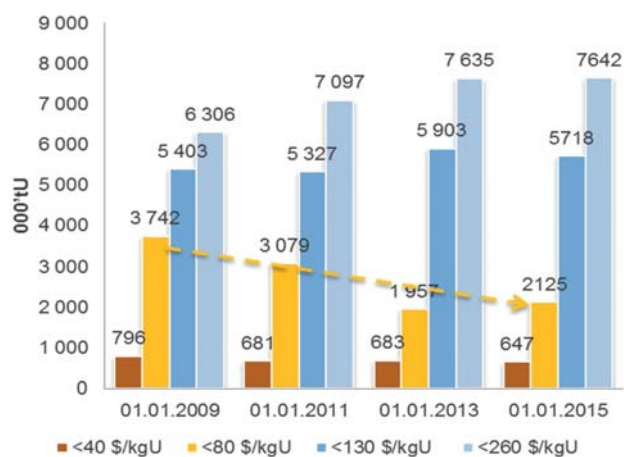


Рис. 6. Структура и динамика изменения мировых ресурсов урана [2]

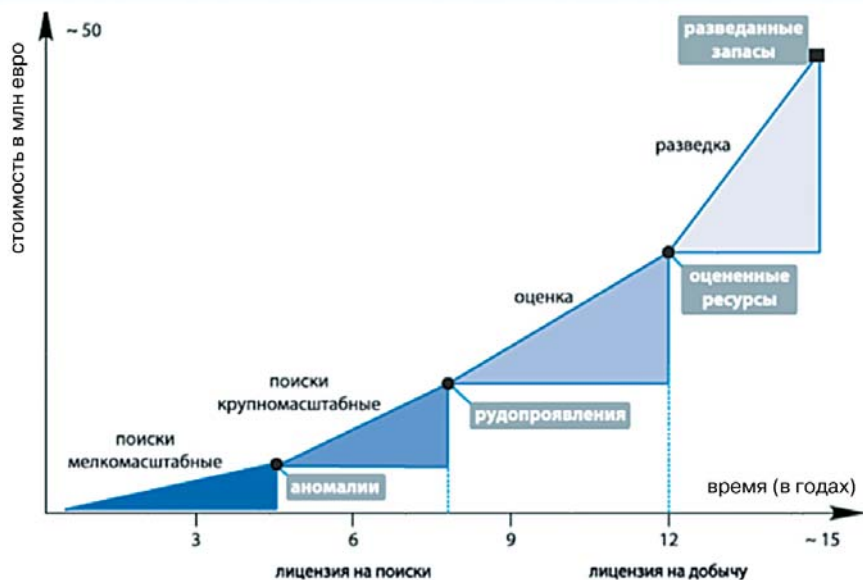


Рис. 7. Схема геологоразведочных работ по стадиям с оценкой материальных и временных затрат (данные компании AREVA)

растянуться на годы, прежде чем будет доказана реальная промышленная ценность начального открытия. По оценке AREVA весь этот процесс занимает в среднем около 15 лет и требует при положительных результатах и открытии среднего по размерам месторождения затрат порядка 50 млн евро (рис. 7).

Эффективность геологоразведочных работ прямо пропорциональна их объемам, а последние зависят от инвестиций. В свою очередь размер инвестиций в рыночных условиях определяется уровнем цен на уран. Чем более высокую прибыль сулят вложения в урановую отрасль, тем больше средств направляется на поиски новых источников сырья. Наметившийся в конце 2000-х годов рост открытий был обеспечен ростом цен, ассигнований и объемов геологоразведочных исследований. Однако текущее падение спроса и цен на уран вызвало сокращение геологоразведочных работ и спад их результативности. Графики цен и инвестиций в геологоразведку оказываются почти синхронными (рис. 8). Однако никакими вложениями нельзя обеспечить выявление новых объектов, если их нет в природе, и в целом результативность геологоразведочных работ за исторический период имеет отчетливую тенденцию к снижению. Большинство сделанных в последние годы открытий состоялись в пределах областей в той или иной мере определившихся в качестве перспективных на уран еще в 1970–1980-е годы. К сожалению, в последние 20 лет поисковые работы не привели к значимым открытиям новых месторождений песчаникового типа, связанных с региональными зонами пластового окисления для отработки ПВ. В основном осуществлялся перевод прогнозных ресурсов в разведанные запасы на ранее открытых месторождениях.

Вместе с тем, методика поисковых геологоразведочных работ на этот тип месторождений

была успешно реализована советскими геологами и привела в свое время к великим открытиям крупнейших урановородных провинций в Казахстане и Узбекистане, сырьевой потенциал которых еще далеко не исчерпан. Открытие новых месторождений данного типа можно ожидать также в: Витимском районе (Россия), меловых впадинах Монголии и Китая, многочисленных осадочных бассейнах в Вайоминге и Техасе, бассейн Frome в Австралии. Результаты геологоразведки последнего десятилетия позволяют также рассматривать перспективы открытия новых урановородных районов, связанные с отложениями системы Кару в странах центральной и южной Африки и бассейна Парана в Южной Америке.

Важно еще раз подчеркнуть, что ресурсы урана в недрах есть функция

предельной себестоимости получения из них конечной продукции, а последняя связана с ценой, по которой потребитель согласен ее приобретать. Текущие спотовые цены на уран не соответствуют ожиданиям производителей урана и не способствуют инвестициям в геологоразведку.

Ураниум Уан — четвертый в мире производитель урана

Отвечая на вызовы времени и с целью гарантированного долгосрочного сырьевого обеспечения потребностей в уране предприятий ядерного топливного цикла, Росатом в 2010 г. приобрел канадскую компанию Ураниум Уан и консолидировал на ее основе высокоэффективные активы в ключевых «урановых» регионах мира.

Реализуемая совместно с НАК Казатомпром взвешенная инновационная техническая политика в совокупности с уникальными по своим геологическим и технологическим характеристикам месторождениями в Казахстане, обеспечивает важное конкурентное преимущество Ураниум Уан как производителя с самой низкой себестоимостью добычи урана.

Проекты Ураниум Уан диверсифицированы как географически на трех континентах, так и по всему

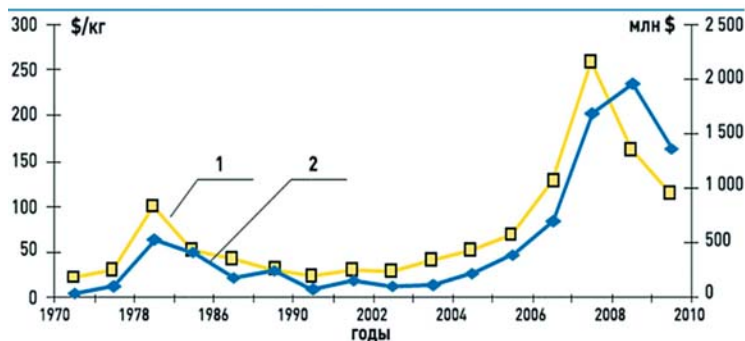


Рис. 8. Динамика мировых цен на уран (1) и ассигнований на геологоразведочные работы (2) в период 1970–2009 гг.

производственному циклу: геологоразведка, проектирование, строительство рудников и добыча с тем, чтобы выбывающие мощности компенсировались новыми рудниками. За прошедшие 7 лет производство Ураниум Уан выросло почти в 5 раз (с 1102 т в 2008 г. до 4919 т в 2016 г.), что позволило выйти на четвертое место в мире среди урановых компаний. Разведанная сырьевая база и планируемые производственные мощности способны обеспечить дальнейший рост при благоприятных рыночных ценах. Ресурсная база за 4 года увеличилась в 1,4 раза.

С целью восполнения и развития сырьевой базы Ураниум Уан осуществляет геологоразведку как в уже определенных урановорудных районах и зонах своего присутствия, так и в новых странах. Приоритетным направлением могло бы стать сотрудничество с НАК Казатомпромом в области поиска новых месторождений для подземного выщелачивания урана. При этом будет использован уникальный опыт советской и российской школ урановой геологии, приведший к созданию крупнейшей в мире сырьевой базы урана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *The Nuclear Fuel Report. Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2015–2035.* World Nuclear Association, September 2015.
2. *URANIUM 2016: Resources, Production and Demand.* A joint report by the NEA and IAEA, OECD 2016.
3. Живов, В.Л. Уран: геология, добыча, экономика / В.Л. Живов, А.В. Бойцов, М.В. Шумилин. — М.: РИС «ВИМС», 2012.

© Бойцов А.В., 2017

Бойцов Александр Владимирович // boytsovav@u1h.com

УДК 550.812:553.04+553.495(470)

**Машковцев Г.А., Алтунин О.В., Гребенкин Н.А.,
Коротков В.В., Овсянникова Т.М., Ржевская А.К.
(ФГБУ «ВИМС»)**

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА УРАН

*Рассмотрены приоритетные направления воспроизводства и расширения минерально-сырьевой базы урана атомной отрасли России. В рамках проблемы представлены перспективные провинции, районы и конкретные геологоразведочные объекты, требующие проведения прогнозно-тематических, прогнозно-минерагенических и поисковых работ соответственно. Освещены современные эффективные геолого-геофизические и геохимические методы поисков и оценки месторождений урана, на базе которых для потенциально рудоносных территорий представляется возможным сформировать рациональные прогнозно-поисковые комплексы с предварительной апробацией их на объектах-эталонах. **Ключевые слова:** минерально-сырьевая база, уран, объекты ГРП, методы поисков, прогнозно-поисковые комплексы.*

Mashkovtsev G.A., Altunin O.V., Grebenkin N.A., Korotkov V.V., Ovsyannikova T.M., Rzhevskaya A.K. (VIMS)

PRIORITY TASKS AND MODERN TECHNOLOGIES OF URANIUM EXPLORATION

*The article deal with priority directions of reproduction and expansion of the uranium mineral resource base of the Russian nuclear industry. Within the framework of the problem, promising provinces, regions and specific exploration facilities are presented, which require forecast-thematic, prognostic-mineragenic and prospecting works, respectively. The modern effective geological, geophysical and geochemical methods for prospecting and assessing uranium deposits are covered, on the basis of which for potentially ore-bearing territories it is possible to form rational prognostic-search complexes with preliminary approbation of them at reference facilities. **Keywords:** mineral resources base, uranium, exploration targets, exploration technique, prospecting complexes.*

Мировая энергетика по-прежнему остается одним из главнейших факторов экономического развития человечества. Однако в последние десятилетия не утихают дискуссии об основных направлениях ее дальнейшего совершенствования и расширения в связи с Парижским соглашением о снижении выбросов углекислого газа в атмосферу, постепенным ростом мощностей возобновляющихся источников (ВИЭ), авариями на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима и т.д. В наши дни и на перспективу атомная энергетика играет и будет играть важную роль в энергопроизводстве как в мире в целом (16 % от всего годового объема вырабатываемой электроэнергии), так и в экономически развитых странах — во Франции (до 75 %), Украине (46 %), Швеции (38 %), Финляндии (33 %), США (19 %), Великобритании (18 %), России (17 %), Канаде (15 %) и др. Для снижения экологических рисков от деятельности АЭС и получения дополнительных источников ядерного топлива (ЯТ) в последние годы динамично разрабатываются технологии переработки ядерных отходов (ОЯТ), всесторонне и активно обсуждаемые на последнем форуме «АТОМЭКСПО 2017» в г. Москва. Создаются также реакторы на быстрых нейтронах (БН), обеспечивающие замкнутый характер работы ядерного топливного цикла (ЯТЦ) и использующие в качестве топлива ОЯТ, смешанное оксидное уран-плутониевое топливо, торий и др. Однако эти технологии будут введены в производство через десятилетия. В современный период развитие мировой атомной энергетике (АЭ) базируется на строительстве и использовании тепловых реакторов, срок деятельности которых составляет 50–60 лет. Каковы же перспективы развития АЭ, ожидаемое количество ядерных блоков и, конечно, требуемое количество природного урана в настоящее время и на перспективу?

В настоящее время в мире действует 437 тепловых реакторов, потребляющих порядка 60 тыс. т природного урана в год, что близко к его годовому производству. В связи со стагнацией уранового рынка, вызванной фукусимской аварией, временной остановкой