

Перспективы мирового рынка природного урана

Егорова И. В.

Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, г. Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваются различные сценарии развития мировой урановой отрасли, высказывается предположение о вероятности реализации сценария быстрого роста по версии МАГАТЭ, предполагающего ежегодные темпы роста суммарной мощности АЭС в 2–2,5 %. На базе этого прогноза даётся оценка возможностей мировой сырьевой базы урана по обеспечению потребностей АЭС в ядерном топливе. Показано, что только восстановление производства на законсервированных добывающих предприятиях, рост выпуска продукции на действующих рудниках и вторичные источники урана гарантируют достаточное количество сырья для обеспечения спроса на уран в ближайшее десятилетие. Более того, дефицит сырья для ядерного топлива в ближайшее время может вновь смениться его избытком. Однако к концу текущего или в начале следующего десятилетия в связи с истощением ресурсной базы некоторых действующих рудников, в том числе Фор-Майл и Сигар-Лейк в Канаде, мощности действующих добывающих предприятий окажутся недостаточными для обеспечения потребностей АЭС в топливе. Может вновь возникнуть дефицит урана, который в дальнейшем будет быстрыми темпами нарастать. Это будет означать новый виток роста цен на природный уран, что, в свою очередь, будет стимулировать наращивание добычи урана во всём мире и расширит перспективы реализации проектов освоения новых урановых месторождений в России, в первую очередь Аргунского и Жерлового в Стрельцовском урановорудном районе.

Ключевые слова: атомная электростанция, ядерное топливо, потребность, уран, цена, добыча, прогноз.

Для цитирования: Егорова И. В. Перспективы мирового рынка природного урана. Руды и металлы. 2023. № 1. С. 6–16. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10001.

Prospects for the natural uranium world market

Egorova I. V.

MGRI-RGGRU, Moscow, Russia

Abstract. Various scenarios for development of the world uranium industry are considered, and an assumption is made of a high probability of the rapid growth scenario, according to the IAEA, which assumes an annual growth rate of the total nuclear power plants (NPPs) capacity of 2–2.5%. Based on this forecast, an assessment is made of capabilities of the uranium world mineral base to meet the NPPs needs in the nuclear fuel. It is demonstrated that only the restoration of production at temporary closed down mining enterprises, the growth of output at existing mines, and using secondary sources of uranium guarantee a sufficient amount of the raw materials to meet the demand for uranium in the next decade. Moreover, the shortage of raw materials for nuclear fuel in the near future may again be replaced by its excess. However, by the end of the current or early next decade, due to the depletion of the resource base of some operating mines, including Four Mile and Cigar Lake in Canada, the capacities of mining enterprises will be insufficient to meet the fuel needs of NPPs. A shortage of uranium may appear again, that will grow rapidly in the future. This will mean a new round of growth in prices for natural uranium, which, in turn, will stimulate an increase in uranium production throughout the world and will expand the prospects for the implementation of projects for the development of new uranium deposits in Russia, primarily Argunskoe and Zherlovoe in the Streltsovskoe uranium ore region.

Key words: nuclear power plant, nuclear fuel, demand, uranium, price, production, forecast.

For citation: Egorova I. V. Prospects for the natural uranium world market. Ores and metals, 2023, № 1, pp. 6–16. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10001.



Мировая атомная энергетика периодически испытывает кризисы, связанные, как правило, с катастрофами на действующих атомных электростанциях. Крупнейшими среди них признаны авария на втором энергоблоке АЭС «Три-Майл-Айленд» в штате Пенсильвания (США) в марте 1979 г., катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и авария на АЭС «Фукусима-1» в Японии в 2011 г.

Авария в Пенсильвании послужила началом длительного периода сокращения цен на уран (рис. 1), но не привела к замедлению строительства новых электростанций и тем более к остановке действующих (рис. 2). Темпы ввода новых установок сначала резко замедлились, но очень быстро вернулись к прежнему уровню, а затем и выросли.

Влияние крупнейшей на сегодняшний день катастрофы на Чернобыльской АЭС оказалось принципиально иным: темпы введения в эксплуатацию мощностей атомной энергетики после 1986 г. резко сократились, при этом в течение четырёх последующих лет быстрыми темпами росло число остановленных энергоблоков. В результате мощность энергогенерации на АЭС в 1991 г. оказалась минимальной за 20-летний период, то есть фактически за всё время существования атомной энергетики. И это оказалось началом следующего

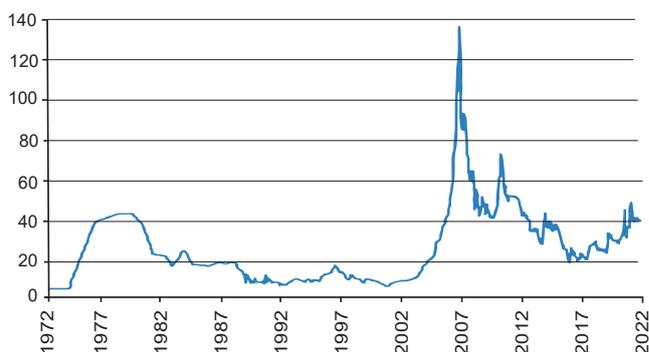


Рис. 1. Динамика цен на урановый концентрат в 1990–2022 гг., долл. за фунт U_3O_8 [17, с дополнениями]

Fig. 1. Dynamics of prices for uranium concentrate in 1990–2022, dollars per pound U_3O_8 [17 with additions]

20-летнего периода – упадка отрасли, когда совокупная производительность АЭС в мире, невзирая на отдельные всплески, находилась на весьма низком уровне, число вновь построенных энергоблоков компенсировалось количеством остановленных, вследствие чего число атомных энергоустановок в мире практически перестало расти.

По времени это совпало с бурным развитием нефтяной, а затем газовой промышленности в мире и началом периода стабильных и сравнительно низких цен на нефть, когда

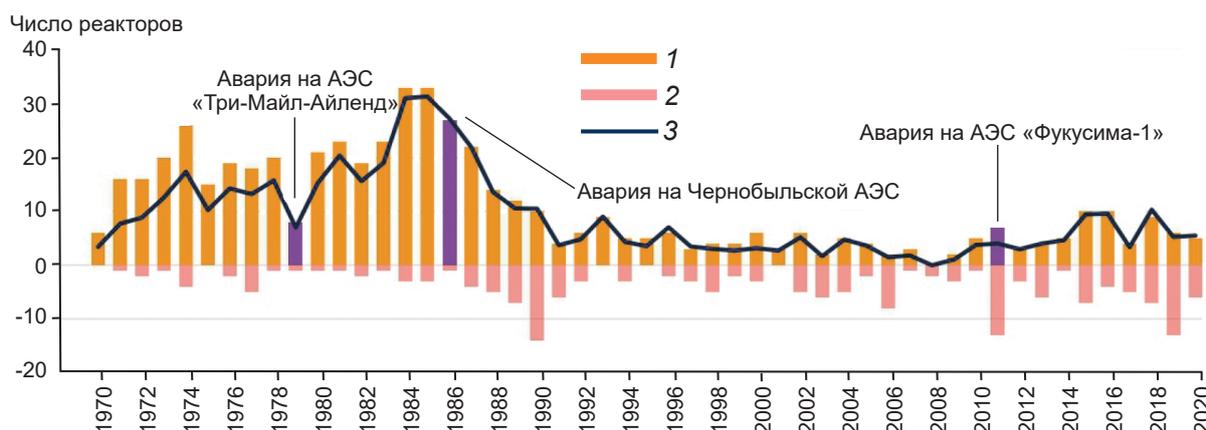


Рис. 2. Динамика ввода в строй и остановки атомных реакторов в мире [15]:

число реакторов: 1 – впервые подключённых, 2 – остановленных; 3 – объём введённых мощностей

Fig. 2 Dynamics of commissioning and shutdown of nuclear reactors in the world [15]

number of reactors: 1 – launched for the first time, 2 – shut down; 3 – the volume of launched capacities



казалось, что нет необходимости развивать дорогую и небезопасную атомную энергетику на фоне обилия на рынке достаточно дешёвых углеводородных энергоносителей. Некоторые государства по этой причине приняли решение отказаться от развития атомной отрасли. Так, в Италии в 1990 г. были закрыты все четыре действующих АЭС.

Всё это оказало мощную поддержку тренду снижения цен на сырьё для атомных электростанций, сформировавшемуся уже после аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд», и вскоре отрасль вступила в длительный период крайне низких цен на уран, длившийся в течение полутора десятков лет. Цены в это время в среднем не превышали 20 долл. США за тонну концентрата природного урана, что крайне ограничивало возможности его производства. В рыночных условиях добыча этого сырья оказывалась рентабельной лишь на единичных объектах, в основном на канадских месторождениях «несогласия» с их исключительно богатыми рудами.

В первом десятилетии XXI в. ситуация в атомной отрасли начала меняться. Этому, вероятно, способствовали резкие, невиданные доселе всплески цен на нефть, а также появившиеся в это время многочисленные высказывания экспертов об истощении запасов углеводородов в мире. Однако тенденция ускорения развития отрасли практически в самом начале была нарушена аварией на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г., которая вновь стала причиной остановки в последующие годы действующих реакторов в целом ряде стран. Правительства Германии, Бельгии, Швейцарии и некоторых других стран заявили о намерении полностью отказаться от использования атомной энергии и начали его осуществлять: в Германии в середине 2022 г. из 17 действовавших в 2011 г. продолжали работу только три реактора, и планировалась их полная остановка к концу текущего года [4]. В Бельгии в сентябре 2022 г. остановлен первый из семи действующих реакторов, являющихся частью атомной электростанции Дул, расположенной в порту Антверпена [2].

Однако события 2022 г. поколебали позиции европейских сторонников отказа от атом-

ной энергии. Резкое сокращение поставок российского газа поставило под угрозу энергетическую безопасность региона и привело к катастрофическому подорожанию газообразного топлива. В то же время Франция, где высока доля атомной генерации в энергобалансе, оказалась в несколько лучшем положении. Под влиянием этого решимость противников ядерной энергетики была поколеблена, свидетельством чему явилось, например, решение Бундестага Германии о продлении работы сначала двух, а затем и всех трёх оставшихся в стране реакторов до 15 апреля 2023 г. [3]. Объявлено также, что Бельгия в связи с текущим энергетическим кризисом отложит отказ от атомной энергетики на 10 лет [10].

Изменению отношения к атомной энергогенерации способствовала и активизация разработки новых технологий по обеспечению пассивной безопасности реакторов поколения III+, которую стимулировала авария на Фукусиме. Закономерно, что на этом фоне в мире возникла дискуссия о том, считать ли атомную энергию «зелёной». Первым её результатом явилось то, что власти Канады включили малые модульные реакторы в число экологически чистых энергетических технологий, признав таким образом ядерную энергию «зелёной» наравне с другими низкоуглеродными технологиями [6]. По-видимому, это только начало, поскольку дискуссия продолжается.

Всё это, как представляется, делает перспективы ядерной энергетики в мире более благоприятными, тем более что наибольший интерес к развитию этой отрасли проявляет не столько Европа, сколько азиатские страны, прежде всего Китай и Индия. По последним данным [18], в Китае в 2018 г. из 46 действующих реакторов десять были вновь построенными, в стадии строительства и проектирования находились ещё 11 установок, а по состоянию на 1 января 2022 г. действовали уже 53 реактора, число блоков, находящихся в стадии строительства, достигло 13 [16]. Причём темпы увеличения мощности АЭС предполагается наращивать – доля атомной энергетики в энергобалансе страны к 2050 г. должна составить 21 % (сейчас она составляет примерно 4 %) [7]. Это связано прежде всего с быст-



рым ростом спроса на электроэнергию в стране и тем, что многочисленные действующие угольные электростанции вызывают нарастающие проблемы с охраной окружающей среды.

Сопоставимую активность проявляет Индия, где в 2018 г. в стадии строительства находились семь установок. Долгосрочная стратегия развития Индии предусматривает трёхкратное увеличение мощностей атомной энергетики к 2032 г., а также изучение возможности развёртывания малых модульных ядерных реакторов [9].

Пять новых реакторов сооружалось в Южной Корее, четыре – в ОАЭ, по два в Пакистане и Бангладеш [18]. Всего в мире в 2018 г. строилось 55 атомных энергоустановок.

Таким образом, ожидается, что в ближайшие годы как количество действующих реакторов, так и их суммарная мощность будут увеличиваться. Тем не менее в 2020 г. экспертами МАГАТЭ в качестве одного из сценариев рассматривалось сокращение совокупной мощности АЭС к 2040 г. до 354 ГВт с 396 ГВт. Другой сценарий предполагает рост этого показателя до 626 ГВт в 2040 г. Соответственно, прогноз потребности в уране варьирует от 56 640 т в год при сценарии падения спроса до 100 224 т, если будет реализован сценарий его роста [18].

Необходимо подчеркнуть, что в случае осуществления сценария падения спроса недостатка сырья для обеспечения АЭС ядерным топливом, скорее всего, не возникнет. В 2020 г., когда добыча урана из недр находилась на самом низком уровне за прошедшее десятилетие, составив менее 47,5 тыс. т, дефицит сырья с учётом поставок из вторичных источников, оцениваемых примерно в 10 тыс. т [19], должен был составить всего около 1,5 тыс. т, а в 2021 г. сократился до 750 т. В случае дальнейшего сокращения спроса на ядерное топливо рынок урана будет находиться в равновесии уже при сегодняшнем уровне добычи урана из недр. В этом случае возобновления производства на простаивающих сегодня рудниках не понадобится, не говоря уже о строительстве новых предприятий.

Реализация такого сценария представляется нам маловероятной на фоне значительного числа строящихся сегодня новых энергоблоков, а также медленного, но отчётливого тренда в сторону более конструктивного отношения к ядерной энергии в мире.

Сценарий МАГАТЭ, предполагающий быстрое развитие отрасли, предусматривает, что в 2040 г. мировая потребность ядерных реакторов в уране несколько превысит 100 тыс. т в год. В этом случае уже в 2020 г. должен был возникнуть дефицит сырья в объёме около 5,5 тыс. т, что косвенно подтверждается сменой в 2020 г. на урановом рынке тенденции падения цен на сырьё на противоположную [18].

Всемирная ядерная ассоциация (WNA) даёт гораздо более оптимистические прогнозы: в соответствии со сценарием низких темпов роста суммарная мощность АЭС в мире к 2040 г. должна вырасти до 420–440 ГВт, базовый сценарий предполагает её увеличение до 600–610 ГВт, в случае реализации сценария быстрого роста общая мощность может достигнуть 830–840 ГВт (рис. 3). В соответствии с предполагаемыми темпами роста мощностей АЭС будет расти и потребность в поставках урана, которая может составить к 2040 г. при реализации сценария медленно-го развития около 80 тыс. т, базового сценария – 110–115 тыс. т, более 150 тыс. т при высоких темпах роста [19]. Отметим, что базовый сценарий, предполагаемый WNA, сопоставим со сценарием быстрого роста МАГАТЭ; именно он был использован нами для сопоставления с ожидаемыми уровнями добычи.

В связи с этим возникает вопрос – может ли мировая уранодобывающая промышленность обеспечить требуемые количества сырья для АЭС?

В первом приближении ответ на этот вопрос содержится в последнем издании Красной книги МАГАТЭ, и он положителен. Ресурсная база урана даже без учёта возможных открытий новых месторождений достаточно велика, чтобы обеспечить любой возможный рост спроса на это сырьё. Однако доля рентабельных для эксплуатации запасов урана в недрах не так значительна, и она заметно

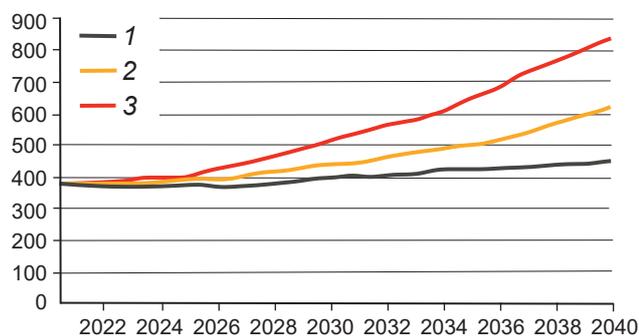


Рис. 3. Сценарии роста суммарной мощности АЭС до 2040 г. по версии Всемирной ядерной ассоциации, ГВт [19]:

1 – медленный (рост на 1 % в год); 2 – базовый (рост на 2,6 % в год); 3 – быстрый (рост на 4,3 % в год)

Fig. 3. Scenarios for the growth of the total capacity of nuclear power plants until 2040, according to the World Nuclear Association, GW [19]:

1 – slow (growth by 1% per year); 2 – basic (growth by 2.6% per year); 3 – fast (growth by 4.3% per year)

варьирует от региона к региону. Запасами, себестоимость добычи которых не превышает 80 долл. за килограмм (30 долл. за фунт U_3O_8), располагают только четыре страны [12].

Прежде всего это Канада с её уникальными месторождениями «несогласия» с богатейшими рудами. Из них эксплуатируется в настоящее время только один объект, Сигар-Лейк, причём не на полную мощность (4,7 тыс. т U в 2021 г.) [18].

Месторождение Мак-Артур-Ривер законсервировано в ожидании более высоких цен на уран. Запуск производства на нём и вывод рудника на Сигар-Лейк на полную мощность могут дополнительно обеспечить поставки в объёме более 10 тыс. т металла.

На казахстанских объектах добыча в 2016–2020 гг. сокращалась, что было реакцией на низкий уровень цен, к концу периода она составила немногим меньше 80 % показателя 2016 г. Однако уже в 2021 г. было добыто почти 22 тыс. т, на 12 % больше, чем годом ранее, а в 2025 г. планируется произвести 25 тыс. т. Однако в дальнейшем компания «Казатомпром» планирует сокращать добычу урана, в 2040 г. она может составить только 5 тыс. т. [12].

На месторождении Олимпик-Дам в Австралии уран добывается как попутный продукт, его производство мало зависит от цен. В то же время более половины урана Австралии извлекается в настоящее время экономичным способом подземного выщелачивания (СПВ) на месторождении Фор-Майл. Суммарно эти объекты в 2021 г. дали лишь около 4200 т урана, что составило только две трети производства предыдущего года. Следовательно, в случае разворота ценового тренда действующие горнодобывающие предприятия способны дать дополнительно порядка 2 тыс. т урана.

Себестоимость добычи урана способом подземного выщелачивания на песчаных месторождениях Узбекистана в 2019 г. составляла 62,5 долл. за кг [13]. Однако сведения об уровне производства в этой стране ограничены и базируются преимущественно на экспертных оценках, поэтому роль Узбекистана в возможном наращивании мировых поставок урана неясна и в данной работе не учитывается.

Таким образом, только возобновление на полную мощность добычи на эксплуатируемых месторождениях, себестоимость добычи на которых не превышает 80 долл. за кг, может обеспечить дополнительно 15–17 тыс. т U ежегодно.

В настоящее время это представляется весьма вероятным, поскольку цены находятся на довольно высоком уровне, хотя и не проявляют отчётливой тенденции к росту. С мая по ноябрь 2022 г. котировки урана колеблются в узком коридоре 46,5–53 долл. за фунт U_3O_8 , в среднем составляя около 50 долл. за фунт U_3O_8 , что соответствует примерно 133 долл. за килограмм урана.

Есть также ряд стран, где добыча урана ведётся независимо от цен на него, так как поддерживается государством. Это прежде всего Намибия, где продолжается разработка месторождения Россинг и, вопреки укрепившемуся в последние годы тренду, растёт добыча на месторождении Хусаб. Оба предприятия в значительной мере принадлежат государственным компаниям. Владелец 69 % компании Rossing Uranium Limited является государственная корпорация China National Uranium Corporation Limited (CNNC), рудник Хусаб



эксплуатируется совместным предприятием двух государственных компаний – китайской Guangdong Nuclear Power Company (CGNPC) и намибийской Epangelo Mining (Pty) Ltd.

В Нигере компания Orano Mining продолжает разработку месторождения в песчаниках Сомаир (Арлит), в том числе благодаря поддержке нигерийского правительства, поскольку уран составляет около трети экспорта этой страны.

Количество урана, извлекаемого из недр Китая и Индии, точно неизвестно из-за информационной закрытости этих стран, но предполагается, что по крайней мере в ближайшие пять лет добыча здесь сохранится на сегодняшнем уровне.

Суммируя эти данные, можно с определённой степенью уверенности прогнозировать количество добываемого из недр сырья и сопоставить его с ожидаемым уровнем спроса на него (рис. 4, 5).

График показывает, что текущий дефицит урана, возникший благодаря сокращению производства и обеспечивший рост цен на уран, уже в самое ближайшее время может быть компенсирован возобновлением работы остановленных предприятий, что вновь приведёт к превышению предложения над спросом и, следовательно, к очередному витку снижения цен. Величина этого превышения будет зависеть от темпов восстановления добычи урана в мире, но уровень цен на сегодняшний день таков, что вновь запущены могут быть не только рудники с себестоимостью добычи менее 80 долл. за тонну, но и менее эффективные предприятия, например, Кроу-Батт и Смит-Ренч в США, Лангер-Хейнрих и Треккопье в Намибии. Уже летом текущего года компания Boss Energy Limited объявила о начале работ по запуску производства на месторождении Хонемун в Австралии, начало добычи на нём запланировано на четвёртый квартал 2023 г. [1]. Это означает, что поставки сырья на рынок могут оказаться ещё больше, а очередной период снижения цен – более долгим. Длительность его будет также зависеть от того, насколько близким к действительности окажется прогноз наращивания

суммарных мощностей АЭС в мире, иначе говоря, насколько быстрыми темпами будет расти спрос на ядерное топливо.

Тем не менее представляется, что период перепроизводства урана на рынке едва ли будет длительным, особенно если крупнейший его производитель, Казахстан, будет выполнять свою программу снижения добычи, которая должна начать реализовываться в ближайшее время [12]. В этом случае уже в 2026 г. на рынке может вновь возникнуть дефицит урана, который в дальнейшем будет быстрыми темпами нарастать не только в связи со снижением производства в Казахстане, но и с возможным прекращением добычи из-за истощения ресурсной базы некоторых действующих рудников, в том числе важнейших, таких как Фор-Майл в 2031 г. и Сигар-Лейк в 2034 г.

Принципиально схожий прогноз был опубликован в 2021 г. в статье А. В. Тарханова и Е. П. Бугриевой [12] с той только разницей, что период перепроизводства по их данным должен закончиться в 2030 г. (см. рис. 5).

Возникновение дефицита активизирует реализацию имеющихся проектов освоения новых месторождений урана. Среди них есть несколько предприятий, находящихся на продвинутых стадиях развития. Это прежде всего два проекта разработки месторождений урана в песчаниках в Австралии – Йилирри (Yeelirrie), развиваемый компанией Cameco.com, и Имурарен (Imouraren) компании Orano Mining; после вывода на полную мощность они суммарно могут обеспечить дополнительно до 9 тыс. т урана ежегодно.

На разных стадиях развития находятся ещё около 40 проектов освоения новых урановых месторождений различных типов. Наибольшее их число локализовано в Канаде и Австралии, однако в случае успешной реализации в число заметных производителей природного урана может войти целый ряд стран: Бразилия, Монголия, Танзания, Малави, Ботсвана и др. Сроки ввода в строй предприятий по большей части не определены, но доступные данные о планируемой мощности новых рудников по добычке позволяют ожидать, что в случае благоприятной конъюнктуры рынка к

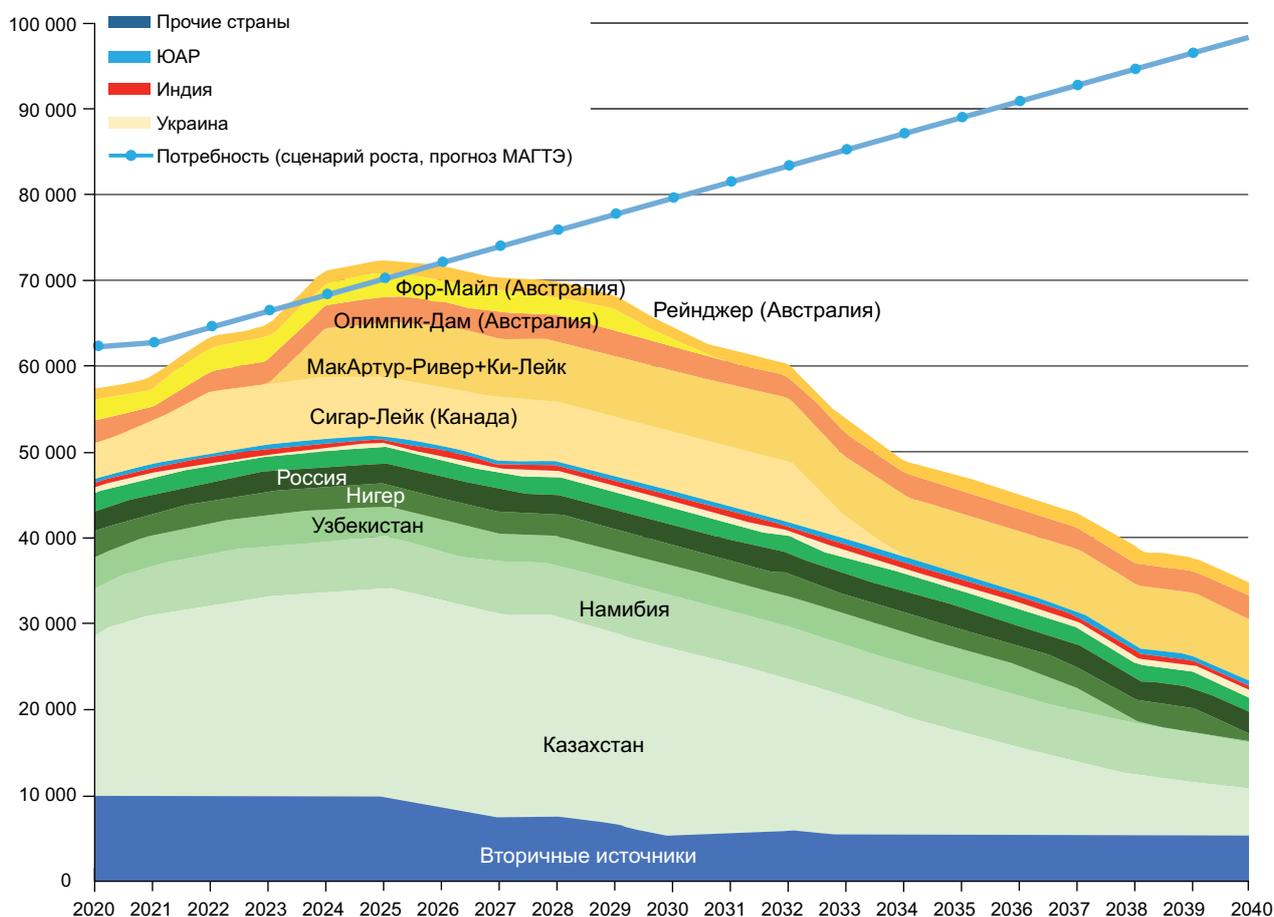


Рис. 4. Прогноз добычи урана в 2020–2040 гг. при условии, что цены на урановый концентрат не превысят 30 долл. за фунт U_3O_8 (себестоимость добычи не более 80 долл. за кг), т U:

1 – прочие страны; 2 – ЮАР; 3 – Индия; 4 – Украина; 5 – потребность (сценарий роста, прогноз МАГТЭ)

Fig. 4. Forecast of uranium production in 2020–2040 provided that prices for uranium concentrate will not exceed \$30 per pound U_3O_8 (mining cost no more than \$80 per kg), t U:

1 – other countries; 2 – South Africa; 3 – India; 4 – Ukraine; 5 – need (growth scenario, IAEA forecast)

2035 г. они смогут суммарно произвести дополнительно более 40 тыс. т урана [18], что позволило бы полностью удовлетворить потребности атомной энергетики в сырье. Несомненно, в полной мере такой сценарий реализован не будет, прежде всего потому, что большинство осваиваемых месторождений характеризуются сравнительно низкими содержаниями урана и, соответственно, себестоимостью добычи выше 80 долл. за кг U, что требует высоких цен для экономически эффективного производства.

Тем не менее весьма вероятно, что, хотя атомную отрасль в ближайшие годы может ожидать очередной виток падения цен, к концу десятилетия урановый рынок может стать рынком продавца, а уранодобывающая промышленность получит мощный стимул развития.

Это утверждение справедливо и для осваиваемых урановых объектов России. Среди них наибольшие перспективы ввода в эксплуатацию в ближайшие годы имеют Аргунское и Жерловое молибден-урановые месторождения

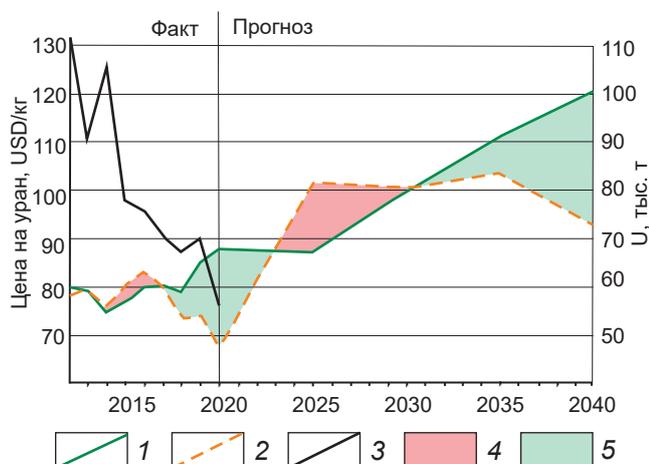


Рис. 5. Соотношение потребностей, производства и цены на уран в 2012–2040 гг. по [12]:

1 – потребности; 2 – производство; 3 – цена; 4 – пере-производство урана; 5 – дефицит урана

Fig. 5. Relations between the needs, production, and prices for uranium in 2012–2040, after [12]:

1 – needs; 2 – production; 3 – price; 4 – uranium overproduction; 5 – uranium deficiency

в вулканитах, расположенные в Стрельцовском урановорудном районе в Забайкальском крае. Район обеспечивает основную долю природного урана, добываемого в стране. Добыча ведётся подземным способом, содержание урана в рудах эксплуатируемых месторождений не столь высоко (0,06 % – месторождение Антей; 0,14 % – Стрельцовское; 0,15 % – Мало-Тулкуевское).

Освоение двух близких объектов планируется совместно, строительство подземного рудника началось в 2018 г. Первая очередь годовой проектной мощностью по добыче 350 млн т руды должна быть введена в строй в 2023 г., она будет обрабатывать запасы руды Аргунского месторождения, содержащие в среднем 0,25 % U. Позднее предполагается вовлечь в отработку Жерловое месторождение с более бедными рудами (0,008 % U). Выход на полную мощность (1200 т U в год) планируется на 2026 г. Рудник будет действовать в течение примерно 40 лет, он станет главным активом Приаргунского производственного гор-

но-химического объединения (ПАО «ППГХО им. Е. П. Славского»), входящего в структуру Уранового холдинга «Атомредметзолото», после того, как иссякнет ресурсная база ныне действующих добывающих предприятий [8].

Проект, несмотря на сравнительно невысокую конкурентоспособность, скорее всего будет реализован в запланированные сроки, поскольку принадлежит подразделению госкорпорации «Росатом» и имеет важное значение для обеспечения сырьём отечественных предприятий по производству ядерного топлива для АЭС. Он включён в госпрограмму РФ «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» и входит в состав территории опережающего экономического развития «Забайкалье».

Серию небольших урановых месторождений в песчаниках Витимского урановорудного района в Республике Бурятия осваивает компания АО «Хиагда», также входящая в структуру Уранового холдинга «Атомредметзолото». В настоящее время ведётся добыча методом СПВ на Хиагдинском месторождении и экспериментальной площадке Источного, строительство и горно-подготовительные работы завершаются на Вершинном, начато освоение Количиканского и Дыбрынского месторождений, на очереди Намару и Кореткондинское [14]. На каждом из них компания планирует ежегодно извлекать 300–400 т урана в продуктивном растворе. Начало добычи на Количиканском месторождении планировалось на 2021 г., на Дыбрынском – на 2023 г. [8].

Компания АО «Далур», также входящая в структуру Уранового холдинга «Атомредметзолото», завершила доразведку и подтвердила промышленную ценность Добровольного месторождения в песчаниках в Курганской области, которое также планируется обрабатывать методом СПВ; составляется технический проект его отработки [5].

Другие проекты освоения отечественных месторождений урана в настоящее время заморожены. В 2020 г. из-за неблагоприятной конъюнктуры на неопределённый срок приостановлено действие лицензий на разработку золото-урановых месторождений в метасоматитах



Эльконского урановорудного района, на базе которых предполагалось создание крупного центра добычи годовой мощностью до 5 тыс. т урана. Продолжаются работы по освоению только одного из них – Северного месторождения, где планируется добыча золота и серебра; уран в качестве полезного компонента не рассматривается [8].

При успешной реализации существующих российских проектов освоения новых месторождений количество добываемого в стране урана будет планомерно увеличиваться и во второй половине текущего десятилетия может вырасти вдвое по сравнению с сегодняшним уровнем, примерно до 6 тыс. т в год. Это не позволит полностью удовлетворить потребности страны в урановой продукции с учётом экспортного спроса. В настоящее время они

составляют около 17 тыс. т, а к 2030 г. могут достигнуть 20–25 тыс. т в год [11]. Даже при самом благоприятном развитии событий, если конкурентоспособными станут руды месторождений Эльконского урановорудного района, что позволит организовать ещё один крупный центр добычи урана, отечественная добыча сможет обеспечить лишь около половины необходимого количества. А с учётом того, что Казахстан, месторождения которого служат сейчас крупным дополнительным источником сырья для российских предприятий, планирует снижать добычу, и, следовательно, поставки урана, а запасы оружейного урана, как бы они ни были велики, всё же не бесконечны, становится очевидно, что Росатому придётся наращивать усилия по поиску дополнительных источников этой продукции за рубежом.

Список литературы

1. Австралийская компания Boss Energy возобновит добычу урана на руднике Honeymoon // Атомная энергия 2.0. – URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/08/05/127041> (дата публикации: 5.08.2022).
2. Бельгия окончательно останавливает первый из семи атомных реакторов страны // Атомная энергия 2.0. – URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/09/23/128581> (дата публикации: 23.09.2022).
3. Бундестаг проголосовал за продление эксплуатации всех действующих в Германии АЭС до апреля // Neftegaz.Ru. Новости. Атомная энергетика. – URL: <https://neftegaz.ru/news/nuclear/758449-bundestag-progolosoval-za-prodlenie-ekspluatatsii-vsekh-deystvuyushchie-v-frg-aes-do-aprelya/> (дата публикации: 11.11.2022).
4. Германия закрыла три из шести последних атомных станций // Атомная энергия 2.0. – URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/01/11/120833> (дата публикации: 11.01.2022).
5. Далур. АРМЗ. Росатом. О компании. – URL: <https://dalur.armz.ru/ru/kompaniya/o-nas> (дата обращения: 26.12.2022).
6. Канада первой в мире признала атомную энергетику экологически чистой // IХBT.com. Новости. – URL: <https://www.ixbt.com/news/2022/11/06/kanada-pervoj-v-mire--priznalo-atomnuju-jenergetiku-jekologicheskij-chistoj.html> (дата публикации: 06.11.2022).
7. Наши люди в Китае // Атомный эксперт. – 2018. – № 8. – URL: https://atomicexpert.com/rosatom_in_china (дата обращения: 26.12.2022).
8. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году : государственный доклад / Минприроды РФ. – М., 2021.
9. Представленная на COP27 энергетическая стратегия Индии предусматривает трёхкратное увеличение атомной мощности к 2032 году // Атомная энергия 2.0. – URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/11/15/130352> (дата публикации: 15.11.2022).
10. Резервный план. Бельгия не откажется от АЭС в ближайшие 10 лет из-за энергетического кризиса // Neftegaz.Ru. Новости. Атомная энергетика. – URL: <https://neftegaz.ru/news/nuclear/730622-belgiya-ne-otkazhetsya-ot-aes-v-blizhajshie-10-let-iz-za-energeticheskogo-krizisa/> (дата публикации: 20.03.2022).
11. Русстрат. Структура и характер зависимости РФ от импорта стратегического сырья. 18 июля 2021 г. – URL: <https://russtrat.ru/reports/18-iyulya-2021-0010-5096> (дата обращения: 26.12.2022).
12. Тарханов А. В., Бугриева Е. П. Современное состояние мировой и российской урановой промышленности // Сборник докладов на Пятом международном симпозиуме «Уран: геология, ре-



- сурсы, производство». – М., 2021. – С. 32–41. – URL: https://vims-geo.ru/documents/568/Сборник_ВИМС_-_Уран.pdf (дата обращения: 26.12.2022).
13. «Урановый Узбекистан» – сколько добывается и куда продаётся // Spot. – URL: <https://www.spot.uz/ru/2020/09/24/uranium/> (дата публикации: 24.09.2020).
 14. Хиагда. АРМЗ. Росатом. О компании. – URL: <https://khiagda.armz.ru/ru/kompaniya/istoriya> (дата обращения: 26.12.2022).
 15. Энергия атома в эпоху поиска углеродной нейтральности. Энергетические тренды / Аналитический центр при правительстве Российской Федерации. – 2022. – Вып. 105. – URL: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2022/energo_105.pdf (дата обращения: 26.12.2022).
 16. EES ЕАЕС. Мировая энергетика. Атомная энергетика Китая. – URL: <https://www.eeseaec.org/ustanovlennaa-mosnost-aes/atomnaa-energetika-kitaa> (дата обращения: 26.12.2022).
 17. Uranium Investing News. Uranium Outlook 2022: Prices Have Broken Out, How High Will They Go? Georgia Williams. – URL: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/energy-investing/uranium-investing/uranium-outlook/> (дата публикации: 22.12.2021).
 18. Uranium 2020: Resources, Production and Demand // A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. – OECD, 2020. – URL: https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_52718/uranium-2020-resources-production-and-demand?details=true (дата обращения: 26.12.2022).
 19. World Nuclear Association. The Nuclear Fuel Report: Expanded Summary. Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2021–2040. April 2022. – URL: <https://www.world-nuclear.org/getmedia/9a2f9405-1135-407a-85c8-480e2365bee7/nuclear-fuel-report-2021-expanded-summary.pdf.aspx> (дата обращения: 26.12.2022).

References

1. Avstraliiskaya kompaniya Boss Energy vozobnovit dobychu urana na rudnike Honeymoon [The Australian company Boss Energy will resume uranium mining at the Honeymoon mine], *Atomnaya energiya 2.0* [Atomic Energy 2.0], available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/08/05/127041> (Accessed: 5.08.2022).
2. Bel'giya okonchatel'no ostanavlivaet pervyi iz semi atomnykh reaktorov strany [Belgium finally stops the first of the country's seven nuclear reactors], *Atomnaya energiya 2.0* [Atomic Energy 2.0], available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/09/23/128581> (Accessed: 23.09.2022).
3. Bundestag progolosoval za prodlenie ekspluatatsii vseh deistvuyushchikh v Germanii AES do aprelya [The Bundestag voted to extend the operation of all nuclear power plants operating in Germany until April], *Neftegaz.Ru. Novosti. Atomnaya energetika* [Neftegaz.Ru. News. Nuclear power engineering], available at: <https://neftgaz.ru/news/nuclear/758449-bundestag-progolosoval-za-prodlenie-ekspluatatsii-vseh-deystvuyushchie-v-frg-aes-do-aprelya/> (Accessed: 11.11.2022).
4. Germaniya zakryla tri iz shesti poslednykh atomnykh stantsii [Germany has closed three of the last six nuclear power plants], *Atomnaya energiya 2.0* [Atomic Energy 2.0], available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/01/11/120833> (Accessed: 11.01.2022).
5. Dalur. ARMZ. Rosatom. O kompanii [Dalur. ARMZ. Rosatom. About the company], available at: <https://dalur.armz.ru/ru/kompaniya/o-nas> (Accessed: 26.12.2022).
6. Kanada pervoi v mire priznala atomnyu energiyu ekologicheski chistoi [Canada was the first in the world to recognize nuclear energy as environmentally friendly], IXBT.com. Novosti [IXBT.com. News], available at: <https://www.ixbt.com/news/2022/11/06/kanada-pervoj-v-mire--priznalo-atomnuju-jenergetiku-jekologicheski-chistoj.html> (Accessed: 06.11.2022).
7. Nashi lyudi v Kitae [Our people in China], *Atomnyi ekspert* [Atomic Expert], 2018, No 8, available at: https://atomicexpert.com/rosatom_in_china (Accessed: 26.12.2022).
8. O sostoyanii i ispol'zovanii mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2020 godu: gosudarstvennyi doklad [On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2020: state report], Moscow, 2021.
9. Predstavlenaya na COP27 energeticheskaya strategiya Indii predumtrivaet trekhkratnoe uvelichenie atomnoi moshchnosti k 2032 godu [India's



- energy strategy presented at COP27 provides for a threefold increase in nuclear power by 2032], *Atomnaya energiya 2.0* [*Atomic Energy 2.0*], available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/11/15/130352> (Accessed: 15.11.2022).
10. Rezervnyi plan. Bel'giya ne otkazhetsya ot AES v blizhaishie 10 let iz-za energeticheskogo krizisa [Backup plan. Belgium will not abandon nuclear power plants in the next 10 years due to the energy crisis], *Neftegaz.Ru. Novosti. Atomnaya energetika* [*Neftegaz.Ru. News. Nuclear power industry*], available at: <https://neftegaz.ru/news/nuclear/730622-belgiya-ne-otkazhetsya-ot-aes-v-blizhayshie-10-let-iz-za-energeticheskogo-krizisa/> (Accessed: 20.03.2022).
 11. Russtrat. Struktura i kharakter zavisimosti RF ot importa strategicheskogo syr'ya. 18 iyulya 2021 g. [Russtrat. The structure and nature of Russia's dependence on imports of strategic raw materials. July 18, 2021], available at: <https://russtrat.ru/reports/18-iyulya-2021-0010-5096> (Accessed: 26.12.2022).
 12. Tarkhanov A. V., Bugrieva E. P. Sovremennoe sostoyanie mirovoi i rossiiskoi uranovoi promyshlennosti. Sbornik dokladov na Pyatom mezhdunarodnom simpoziume "Uran: geologiya, resursy, proizvodstvo". FGBU "VIMS" [The current state of the world and Russian uranium industry. Collection of reports at the Fifth International Symposium "Uranium: Geology, resources, production. FSBI "VIMS"], Moscow, 2021, pp. 32–41, available at: https://vims-geo.ru/documents/568/Sbornik_VIMS_-_Uran.pdf (Accessed: 26.12.2022).
 13. "Uranovyi Uzbekistan" – skol'ko dobyvaetsya i kuda prodavetsya ["Uranium Uzbekistan" – how much is mined and where is sold], *Spot* [*Spot*], available at: <https://www.spot.uz/ru/2020/09/24/uranium/> (Accessed: 24.09.2020).
 14. Khiagda. ARMZ. Rosatom. O kompanii [Khiagda. ARMZ. Rosatom. About the company], available at: <https://khiagda.armz.ru/ru/kompaniya/istoriya> (Accessed: 26.12.2022).
 15. Energiya atoma v epokhu poiska uglerodnoi neutral'nosti. Energeticheskie trendy [The energy of the atom in the era of the search for carbon neutrality. Energy trends.], Analytical Center under the Government of the Russian Federation Publ., 2022, V. 105, available at: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2022/energo_105.pdf (Accessed: 26.12.2022).
 16. EES EAEC. Mirovaya energetika. Atomnaya energetika Kitaya [EES EAEC. World energy. China's nuclear power industry], available at: <https://www.eeseaec.org/ustanovlennaa-mosnost-aes/atomnaa-energetika-kitaa> (Accessed: 26.12.2022).
 17. Uranium Investing News. Uranium Outlook 2022: Prices Have Broken Out, How High Will They Go? Georgia Williams, available at: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/energy-investing/uranium-investing/uranium-outlook/> (Accessed: 22.12.2021).
 18. Uranium 2020: Resources, Production and Demand // A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency, OECD, 2020, available at: https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_52718/uranium-2020-resources-production-and-demand?details=true (Accessed: 26.12.2022).
 19. World Nuclear Association. The Nuclear Fuel Report: Expanded Summary. Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2021–2040, April 2022, available at: <https://www.world-nuclear.org/getmedia/9a2f9405-1135-407a-85c8-480e2365bee7/nuclear-fuel-report-2021-expanded-summary.pdf.aspx> (Accessed: 26.12.2022).

Егорова Ирина Валентиновна (irinaegorova31@gmail.com)

кандидат геол.-минерал. наук, доцент МГРИ-РГГРУ, г. Москва, Россия