ВОПРОСЫ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ /
GEOLOGIC AND PROSPECTING EDUCATION ISSUES

ОРИГИНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / FULL ARTICLE

https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-6-84-95
УДК 553.04; 355.231.1

Check for updates

CC BY 4.0

ГЕОРЕСУРСЫ ЭНЕРГЕТИКИ И ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

А.А. ВЕРЧЕБА[1,*], А.Е. ВОРОБЬЕВ[2]

[1] ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

[2] ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова»
100, проспект Х. Исаева, г. Грозный 364902, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Рассмотрена главенствующая роль геоэнергетических ресурсов и энергоносителей в минерально-сырьевом комплексе страны. Успешность развития минерально-сырьевой базы геоэнергетических ресурсов во многом определяется профессионализмом кадров отрасли. Для реализации Стратегии развития минерально-сырьевой базы России до 2035 года обоснована необходимость подготовки кадрового резерва в системе высшего образования по новым образовательным программам специалитета федеральных государственных образовательных стандартов «Прикладная геология» и «Горное дело».

Цель исследования. Оценка современного состояния горно-геологической отрасли, методологического и технологического аппарата как объективного индикатора экономического и социального развития общественной системы.

Материалы и методы. Экспертная оценка результатов деятельности Федерального агентства по недропользованию по геологическому изучению энергетических видов минерального сырья.

Результаты. Анализ устойчивости минерально-сырьевой базы энергетических минеральных ресурсов в эпоху глобализации и, соответственно, исторический опыт создания минерально-сырьевой базы урана в нашей стране практически с нуля показывает необходимость наращивания потенциала ядерной энергетики с привлечением в этом созидательном процессе инженерного геологического образования и возрождения подготовки специалистов-уранщиков в российских вузах.

Заключение. Перспективы наращивания минерально-сырьевой базы энергоносителей и создание условий для обеспечения страны энергетическим сырьем должны быть увязаны с кадровой обеспеченностью отрасли совместными усилиями образовательных организаций высшего образования, академических, отраслевых институтов, недропользователей в системе подготовки специалистов-геологов.

Ключевые слова: состояние минерально-сырьевых ресурсов, направления укрепления минерально-сырьевой базы геоэнергоносителей, формирование новых образовательных траекторий специалитета, сопряженность профессиональных функций с компетенциями выпускников по ФГОС ВО «Прикладная геология» и «Горное дело»

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Верчеба А.А, Воробьев А.Г. Георесурсы энергетики и задачи подготовки кадров. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2022;64(6):84—95. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-6-84-95

Статья поступила в редакцию 22.12.2022
Принята к публикации 23.01.2023
Опубликована 31.01.2023

* Автор, ответственный за переписку

ENERGY GEORESOURCES AND PERSONNEL TRAINING

ALEXANDER A. VERCHEBA[1,*], ALEXANDER E. VOROBYOV[2]

[1] Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

[2] Academician M.D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University
100, H. Isaeva avenue, Grozny 364902, Russia

ABSTRACT

Background. The dominant role of energy georesources in the mineral resources sector of Russian economy is considered. Achievements in this sector are determined by the quality of human capital. Successful implementation of the Strategy for the Development of the Mineral Resource Base of Russia until 2035 requires improved personnel training in the higher education system according to new educational programs in the disciplines of Applied Geology and Mining.

Aim. Assessment of the current state of the mining and geological industry in Russia, as well as its methodological and technological basis as an objective indicator of the economic and social development of the social system.

Materials and methods. Expert evaluation of the activities carried out by the Federal Subsoil Resources Management Agency in the direction of the geological study of energy resources.

Results. The conducted analysis of the sustainability of the mineral resources sector in the era of globalization and Russia's historical experience of creating the uranium industry shows the need to further develop the nuclear energy sector. This process requires modifications in the engineering geological education to revive Russian traditions of training specialists in the field of uranium mining and treatment.

Conclusion. The prospects for increasing the mineral resources base of energy carriers and creating conditions for providing the country with energy raw materials should be supported by joint efforts of educational institutions and employers in the system of training geologists.

Keywords: state of mineral resources, directions for strengthening the mineral resource base of energy georesources, formation of new educational trajectories, correspondence of professional functions to graduate competencies of the Federal state educational standard in applied geology and mining

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Vercheba A.A., Vorobyov A.E. Energy georesources and personnel training. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration.* 2022;64(6):84—95. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-6-84-95

Manuscript received 22 December 2022
Accepted 23 January 2022
Published 31 January 2023

* Corresponding author

Введение

Прикладная геология позиционируется не только как наука о поисках полезных ископаемых, а существенно глубже — как наука об истории и жизни человеческой цивилизации, теснейшим образом связанной со всем вещественным составом окружающей среды.

Современное состояние горно-геологической науки, методологический и технологический аппарат, который она использует, представляет собой наиболее объективный индикатор экономического и социального развития любой общественной системы.

Приоритетом развития минерально-сырьевого комплекса Российской Федерации является экономически обоснованный межотраслевой баланс внутреннего потребления минерального сырья, импорта, экспорта с учетом рыночного спроса

на полезные ископаемые. В конце 2022 года из-за беспрецедентных экономических санкций против России, и в том числе против экспорта минеральных ресурсов, произошло критическое изменение минерально-сырьевого баланса, что требует неотложного внимания к состоянию минеральных ресурсов и особенно геоэнергетических видов минерального сырья.

Системообразующим компонентом минерально-сырьевого комплекса является минерально-сырьевая база, под которой мы понимаем подготовленную и доступную к освоению часть минеральных ресурсов или совокупность месторождений полезных ископаемых на территории страны, федерального округа, промышленного региона.

Для устойчивого развития минерально-сырьевой базы страны необходимо обеспечивать не только ее стабильное воспроизводство, но и кадровое обеспечение предприятий горнодобывающей и геолого-разведочной отрасли с целью долгосрочного поддержания экономической и энергетической безопасности Российской Федерации [24, 25]. Механизмы достижения указанной цели представлены в «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 № 2914-р [20].

Приоритетными направлениями укрепления минерально-сырьевой базы на основе качественного геологического исследования недр являются освоение месторождений на основе использования технологий полной переработки минерального сырья и комплексного извлечения полезных компонентов.

Экономическое значение минерально-сырьевого комплекса определяется как геологическими и природными факторами, так и сложностью геотехнологии разработки и глубокой переработки минерального сырья, развитием инфраструктуры районов добычи полезных ископаемых и конъюнктурой цен сырья на мировом рынке.

В зависимости от непосредственного применения минерального сырья в различных сферах материального производства добытые полезные ископаемые разделены на группы: энергоносители, руды металлов, горно-химическое сырье, строительные материалы, технические и драгоценные минералы. Так, например, потребителями энергоносителей являются топливно-энергетический комплекс и химическая промышленность.

Роль энергоносителей в промышленности

Экономическое значение энергоносителей определяется тем, что стоимость их георесурсов, разведанных на территории России, по информации Минприроды РФ (трлн рублей): нефть — 40,0; газ — 11; коксующийся уголь более 2,0, что составляет 80% от стоимости всех видов полезных ископаемых [16].

Минерально-сырьевая безопасность нашей страны во многом определяется состоянием и развитием именно геоэнергетических отраслей материального производства. Энергетический баланс в мире составляет: уголь 28%, нефть 31%, газ 22%, а на другие источники приходится не более 18%. К важнейшим видам геоэнергоносителей, добываемых из недр на территории России, также относятся уголь, нефть, газ и уран [9, 10].

Перспективы наращивания минерально-сырьевой базы геоэнергоносителей и создание условий для обеспечения страны энергетическим сырьем должны быть увязаны с кадровой обеспеченностью отрасли. Необходима координация и сопряженность усилий образовательных организаций высшего образования, академических, отраслевых институтов, недропользователей в системе подготовки горных инженеров и специалистов геологов.

Новым подходом к подготовке кадров является принцип сопряжения компетенций выпускников вузов с квалификационными требованиями и обобщенными трудовыми функциями специалистов отрасли. Это нашло отражение в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования — специалитет по специальностям «Прикладная геология» и «Горное дело» [20].

Образовательные программы по направлениям подготовки «Прикладная геология» и «Горное дело», построенные на компетентностном подходе к формированию профессиональных знаний, навыков и умений, направлены на подготовку специалистов, в том числе по геологии, разведке и разработке месторождений геоэнергетических видов полезных ископаемых: природного газа, нефти, угля и урана.

Природный газ. Британская компания British Petroleum (BP) приводит в своей статистике за 2020 г. доказанные запасы газа на территории России 44 трлн м^3 (19% от общемировых запасов) и прогнозируемые ресурсы 157 трлн м^3.

Добыча природного газа в 2020 году превысила 690 млрд м^3, что является рекордом за последние 18 лет. Доля России в производстве природного газа составляет 15—17% от мировой добычи.

По объему добычи природного газа Россия уступает только США. Внутреннее потребление природного газа оценивалось в 480—500 млрд м^3. При этом экспорт природного газа по данным Центрального диспетчерского управления ТЭК составил 238 млрд м^3, или 29% от мирового экспорта. Кроме того, Россия входит в десятку самых крупных экспортеров сжиженного газа в мире. К основным покупателям российского природного газа традиционно относятся Германия, Италия, Турция, Беларусь и Франция. С открытием в конце 2020 года магистрального трубопровода «Турецкий поток» импортерами газа могут стать некоторые балканские страны и Словакия. Из-за беспрецедентных санкций к российским газодобывающим компаниям в марте 2022 года и диверсии на газопроводах «Северный поток» 1 и 2 объемы экспортируемого природного газа могут быть снижены, но происходит перераспределение логистических цепочек поставки газа на восток и юго-восток.

В 2021 г. цена на газ достигла рекордного значения в 3,0 $ US/1,0 м^3, что в 10 раз больше, чем до введения санкций. На долю России приходится 45% европейского газового импорта и около 40% потребностей.

Из общего объема добычи природного газа на долю «Газпрома» пришлось 452,7 млрд м^3. В 2021 г. Газпром поставил в страны ЕС и Турцию 155 млрд м^3. В 2022 г. импорт снизился до 60 млрд м^3. Невзирая на это, результат «Газпрома» попал в пятерку самых высоких показателей по объему производства газа в мире.

К углеводородному сырью следует относить и газогидраты — твердые растворы метана в кристаллах льда. Это потенциальный источник горючих газов.

По оценке ЦБ в первом квартале 2020 г. из-за пандемии COVID продажи газа принесли России $3,5 млрд выручки, что является минимумом с 2002 года. При спотовой цене экспортируемого газа 1250—1500 $/1000 м^3 даже при сокращении его экспорта поступления в бюджет в 2022 г. увеличились. Еврокомиссия установила потолок цены на газ на 2023 г. в размере 3000 $ US/1000 м^3.

Одной из отраслевых задач специалистов по прикладной геологии в сфере использования минерально-сырьевой базы природного газа является проведение инженерно-геологических изысканий для строительства подземных хранилищ газа (ПХГ). Суммарная емкость построенных ПХГ достигла 75 млрд м^3, это всего 10% от ежегодной добычи природного газа. Назрела необходимость строительства в европейской части страны суперхабов подземных хранилищ газа, создания стратегического запаса сжиженного газа и тем самим контроля волатильности экспортных цен на природный газ с учетом возможных санкций на объекты газодобычи со стороны США как крупнейшего производителя природного газа. Следует также продолжить изучение ресурсного потенциала природного газа и конденсата в Арктической зоне. Наиболее значимыми открытиями, прошедшими государственную экспертизу в 2019—1920 гг., являются уникальное по запасам газоконденсатное месторождение им. В.А. Динкова и крупное по запасам Нярмейское газовое месторождение. Оба месторождения расположены на континентальном шельфе в юго-восточной части Карского моря. Мировые ресурсы природного газа в газогидратном состоянии по разным источникам находятся в пределах 10^{13}—10^{16} м^3, что на несколько порядков превышает суммарные запасы традиционных месторождений нефти и газа. Общее количество газогидратных залежей превышает 230. В связи с предстоящим освоением этих ресурсов становится очевидной проблема разработки технологий их эксплуатации и экологически безопасного использования.

В ближайшем будущем предстоит провести работы по количественной оценке ресурсов газогидратов как перспективных источников природного газа циркумполярной области России.

Для выполнения данной задачи потребуется подготовка инженерных кадров в области прикладной геологии с компетенциями по геологии нефти и газа, поискам и разведке подземных вод и инженерно-геологическим изысканиям, способных моделировать подземные хранилища в сложных геологических и геокриологических условиях, их экологически безопасной эксплуатации. Подготовка специалистов, обладающих компетенциями в этой сфере, началась в 2021 г. [20].

Нефть

Российская сырьевая база нефти оценена специалистами British Petroleum как шестая в мире по извлекаемым запасам. Доказанные запасы нефти в России составляют 6% доли в мировых запасах жидких углеводородов. По этому показателю Россия находится на шестом месте в мире, уступая только таким нефтяным гигантам, как Саудовская Аравия, Венесуэла, Канада, Иран и Ирак (рис. 1).

Согласно Статистическому обзору мировой энергетики за 2021 г., подготовленному компанией British Petroleum, доказанные мировые

Рис. 1. *Разработка месторождений сланцевой нефти в штате Дакота [M. Gamba, 2008]*
Fig. 1. *Development of shale oil deposits in the state of Dakota [M. Gamba, 2008]*

запасы нефти оцениваются в 1732,4 млрд баррелей (244,4 млрд тонн). Ведущие страны по запасам нефти (в млрд баррелей): Венесуэла — 303,8, Саудовская Аравия — 297,5, Канада — 168,1, Иран — 157,8, Ирак — 145,0, Россия — 107,8 и Кувейт — 101,5.

Даже при некотором снижении производства нефти (на 10—12%) в 2021 году в России было добыто более 500 млн т сырой нефти по данным Центрального диспетчерского управления ТЭК. Это составило 12% от мировой добычи и вывело Россию на третье место в мире по нефтедобыче. Крупнейшая нефтяная компания «Роснефть» добыла 179,96 млн т (35,1% от общей добычи).

Добыча нефти в 2022 году менее оптимистична. По данным Центрального диспетчерского управления ТЭК, объем добычи нефти в России составил 525 млн т, что меньше рекордных 568 млн т в 2019 г. В 2023 г. из-за эмбарго ЕС добыча нефти в России снизится на 50 млн т до 475 млн т. В конце 2022 г. страны ОПЕК и Россия приняли решение о снижении добычи нефти на 2,0 млн баррелей в сутки. По данным РБК, поставки нефти и нефтепродуктов из России в страны G7 в 2021 году составили 214,7 млн т на $109,5 млрд. Это 68—70% от совокупного экспорта углеводородов, что составило 37% выручки от российского товарного экспорта.

В нефти в различном объеме растворены углеводородные газообразные соединения (метан, пропан, этан и др.). Содержание растворенных газов составляет до нескольких сотен кубических метров на одну тонну нефти. Эта газообразная смесь углеводородов, метана, сероводорода и углекислого газа, находящаяся в пластовых термодинамических условиях, представляет собой газоконденсат.

Гарантированные поставки нефти с нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений для зарубежных потребителей в 2020 году достигли 266 млн тонн по данным Центрального диспетчерского управления ТЭК, что соответствует 2-му месту в мире.

В России себестоимость добычи нефти составляет около $45, что обусловлено геологическими условиями залегания нефтяных залежей, удаленностью районов нефтедобычи от перерабатывающих предприятий и неблагоприятными климатическими условиями нефтегазовых районов Западной и Восточной Сибири. Мы прогнозируем стоимость барреля нефти марки Brent в 2023 году в диапазоне $80—100, что благоприятно отразится на экспортной цене российской нефти марки Urals даже при установлении предельной цены на экспорт нефти в связи с санкциями.

Для сравнения: в Саудовской Аравии цена нефти для месторождений в континентальной части страны оценена в $16—18 за баррель при пороге рентабельности добычи (без затрат на разведку) менее $10 [22].

Цена сырой нефти сорта Urals на время завершения фьючерсных контрактов к началу 2023 года стабилизировалась на уровне $70—80 за баррель. По данным Минэнерго, продажа углеводородов, та самая «нефтяная игла», обеспечивает российскому бюджету около 60% доходов. В переводе на российскую валюту получается суммарно более 12 трлн рублей. Ожидаемые потери поступлений в бюджет в случае установления странами Западной Европы «потолка цены» на российскую нефть не превысят 1 трлн рублей, что совсем некритично.

Аналитики АО «Росгеология» констатируют, что запасы крупнейшего Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, на долю которого приходится 60% добычи углеводородов, выработаны на 33% [14]. Это требует увеличения объемов геолого-разведочных работ на нефть в регионе, а также достижения высокого уровня геологической изученности перспективных на нефть и газ территорий как на суше (свыше 90%), так и в акватории Российской Федерации до 70% [11].

Фундаментальной науке в сфере геологии жидких углеводородов предстоит решение стратегических задач воспроизводства минерально-сырьевой базы нефти в континентальной части страны и на арктическом шельфе. Расширенное воспроизводство и использование МСБ жидких углеводородов может быть достигнуто совместными усилиями как геологов, так и технологов за счет выявления механизмов повышения среднего коэффициента извлечения нефти (КИН) из пластов коллекторов до 55—60%. К сожалению, уменьшение технологически извлекаемых запасов по промышленным категориям за счет уточнения коэффициента извлечения нефти составило 200 млн тонн.

Следует учитывать, что добыча полезных ископаемых и особенно углеводородного сырья крайне негативно влияет на окружающую среду.

Таким образом, рациональное использование минеральных геоэнергетических богатств является важным национальным проектом, обеспечивающим экологическую безопасность государства.

Примером недооценки экологических факторов освоения месторождений углеводородов является «сланцевая революция» в нефтяном комплексе США, обусловившая негативные экологические последствия не только для районов нефтедобычи (рис. 1).

Технология «сланцевой революции» представляет собой серьезный вызов научным и маркетинговым исследованиям в области нефтедобычи. При одном гидроразрыве в скважине объем закачанной воды достигает 5—10 тыс. т, объем рыхлого наполнителя — до 1000 т, а химикатов — 200 т (бензол, соляная кислота и др.). Отравление химикатами подземных вод сомнений не вызывает [9]. Расход воды при гидроразрыве в скважине минимум на три порядка превышает ее ежегодное потребление одним жителем Земли. На месторождениях (plays) формации Баккен (США) для интенсификации добычи ежегодно осуществлялась проходка более 2000 скважин с использованием способа гидроразрыва [13, 22]. Размер негативных экологических последствий для районов нефтедобычи определяется огромным объемом воды, закачанной в тысячи добычных скважин, и количеством проведенных гидроразрывов в них [18]. За два-три года разработки месторождений способом гидроразрыва район нефтедобычи становится зоной экологического бедствия, где необходимо отселять жителей.

Последствием «сланцевой революции» стало интенсивное проявление эндогенной активности, заключающейся в кратном увеличении частоты проявления неконтролируемых землетрясений на территории нефтедобычи.

Данные по сейсмичности каталога Национального центра информации о землетрясениях геологической службы США (USGS) показывают, как за 10 лет начала XXI века возросла сейсмичность. Так, количество землетрясений с магнитудой более 5,5 увеличилось, соответственно, с менее чем 300 до 3000. Примечательно, что эта тенденция продолжается и по сей день [2].

Компания Petro China Company приостановила работы на сланцевом месторождении в провинции Сычуань (КНР) из-за подземных толчков магнитудой 4,0—4,9 балла, в результате которых погибли люди, разрушились сотни зданий [15].

В предстоящие 30—40 лет мировое потребление нефти и газа может увеличиться на 10—20%, хотя, по-видимому, доля углеводородов в энергетике уменьшится, но возрастет их роль для высоких переделов в нефтехимии с 15 до 25%. Поэтому спрос на углеводороды сохранится в будущем.

Большое значение приобретают технологии, связанные с извлечением скоплений углеводородов из кремнисто-карбонатных коллекторов и низкопроницаемых отложений доманикового типа [1, 3].

Необходима количественная переоценка потенциала трудноизвлекаемой нефти баженовской свиты, выделение в ее составе нефтенасыщенных литогенетических типов пород, приуроченных

к конседиментационным структурным элементам различного порядка [17].

Актуальным является моделирование условий регенерации нефти в недрах в определенных термодинамических и геохимических условиях исторических месторождений. Исследования в этом направлении должны завершиться созданием моделей смарт-месторождений нефти в углеродсодержащих геологических формациях с возможностью мониторинга состояния регенерации нефти в течение геологического времени.

В нефтедобыче возрастает значение Арктической зоны благодаря выявленным ресурсам углеводородов и огромному логистическому потенциалу Северного морского пути. Поэтому перспективным направлением являются шельфовые и арктические проекты, добыча углеводородов в акватории океанов.

К научно-техническим направлениям исследования перспективных зон нефтенакопления следует отнести постановку буровых работ на шельфе арктических морей в палеодельтовых осадочных комплексах с поисками углеводородов на глубине 3—4 км ниже поверхности дна.

Масштабность и сложность задач, стоящих перед нефтяной геологией, требует подготовки высококвалифицированных профессиональных кадров, обладающих навыками решения научно-технических задач в области нефтеразведки и нефтедобычи [8]. Обучение горных инженеров-нефтяников предусмотрено по двум специализациям, реализуемым в образовательных программах высшего образования по федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по специальности «21.05.02 Прикладная геология». Если подготовка специалистов по специализации «Геология месторождений нефти и газа» в нашей стране проводится с 2000 года, то специализация «Промысловая геология» является новым вектором совершенствования инженерного образования с целью реализации единой методологической основы разведки месторождений нефти и газа и нефтедобычи [6, 8, 20].

Образовательная программа по специализации «Промысловая геология» направлена на подготовку ресурсных геологов по выполнению основных показателей государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов (ГП «ВИПР)», подпрограммы «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» от 30.03.2018 № 373.

Уголь

Уголь остается вторым по востребованности геоэнергетическим ресурсом в мире после нефти. Согласно ежегодному Статистическому обзору мировой энергетики (2021), опубликованному компанией British Petroleum (BP), доказанные мировые запасы угля оцениваются в 1,074 трлн тонн. Запасы угля в мире по странам (в млрд тонн): США — 248,941, Россия — 162,166, Австралия — 150,227, Китай — 143,197, Индия — 111,052. В мире признано, что Россия обладает одной из крупнейших сырьевых баз угля и по разведанным данным занимает второе место в мире. Качественные показатели российского угля не уступают другим крупным производителям. Более 70% добываемого в России угля относится к каменному и используется в энергетике. Внутреннее потребление угля, как каменного, так и бурого, стабильно и значительно. Несмотря на это, Россия относится к ведущим странам — экспортерам угля, уступая только Австралии. Добыча всех типов угля в 2020 году достигла 400 млн тонн. Экспортировалось около 210 млн тонн при среднегодовой (2021 г.) цене энергетического сорта 300 $/т. Проблемой развития минерально-сырьевого комплекса угля остается проблема длинных плеч перевозок внутри страны и конкуренция с природным газом на энергетическом рынке.

С начала 2019 года угледобывающая промышленность находилась в кризисе, но в целом угольщики пережили кризисный 2020 год лучше пессимистичных прогнозов, и Россия получила за 2020 год 401,4 млн т угля. Объем экспорта достиг 195 млн т, а внутренние поставки снизились до 165,4 млн т.

Сейчас в качестве полноценного топливно-энергетического сырья в энергобалансе ряда зарубежных стран бурый уголь играет ведущую роль. В нашей стране доля бурых углей в разведанных запасах угольного сырья составляет более 30%, а геологические запасы углей Подмосковного буроугольного бассейна составляют 11,8 млрд тонн. Несмотря на высокий ресурсный потенциал энергоносителей Центрального федерального округа, углеснабжение региона осуществляется за счет дальнепривозного угля Кузбасса.

Геологическое изучение состава и строения буроугольных месторождений Западной Сибири, Красноярского края и Дальнего Востока выявило уникальную геохимическую особенность этих месторождений как концентраторов редких элементов [15]. Перед угольной отраслью

стоят задачи интенсификации геотехнологических способов добычи коксующегося угля и подземная газификация угля. Одним из главных направлений развития отрасли является рост угледобычи на востоке страны, чтобы удовлетворить потребности энергетики Восточной Сибири и Дальнего Востока в угле, и освоение сырьевой базы Арктической зоны России.

Отсюда следует важная геологическая задача оценки ресурсного потенциала буроугольных бассейнов и разработка технологии получения полезных компонентов. Месторождения лигнитов и бурых углей следует выделять в особую группу комплексных месторождений. В Китае и России уже получают германий из золы от сжигания по специальной технологии лигнитов и бурых углей на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ).

По нашему мнению, новые технологические разработки в применении бурого угля в различных сферах материального производства позволяют надеяться на возрождение угледобычи на территории Мосбасса, но на новой технологической платформе. Для этого следует уже сейчас готовить горных инженеров с навыками энергетического использования бурых углей по направлению подготовки «Горное дело» в МИСиС и Политехническом институте Тульского государственного университета.

Для обеспечения потребности экономики страны в ресурсах угля и наращивания производственных мощностей проектируемых предприятий необходимо организовать также подготовку специалистов высшего образования по специализации «Геология и разведка месторождений угля», включив ее в программу специалитета «21.05.02 Прикладная геология».

Почти половина коксующегося угля добывается подземным способом в сложных горно-геологических условиях. Это еще одна причина усиления общегеологической подготовки специалистов-геологов для работы на предприятиях, реализующих подземную геотехнологию. Так, практика показала, что в подземных горных выработках для добычи твердых полезных ископаемых успешно работают рудничные геологи. Аварийность на таких предприятиях стала существенно ниже средней по отрасли.

Уран

Во второй половине XX века в ходе решения урановой проблемы на территории СССР были выявлены совершенно новые урановые рудные районы и месторождения. Запасы урана в СССР за короткий послевоенный пятилетний период были увеличены на порядок, с 470 до 5500 тонн.

Советская урановая геология достигла выдающихся успехов в приросте запасов урана как в своей стране, так и за рубежом [19].

В конце XX века в СССР на полную мощность работали восемь горно-химических комбинатов, которые с горнодобывающими предприятиями Восточной Европы добывали ежегодно около 28 тыс. тонн урана, или 40% мировой добычи, и Советский Союз вышел на первое место в мире по запасам урановой руды и производству урана [10, 21].

Создание сырьевой базы урана потребовало подготовки квалифицированных специалистов по урановой геологии [7].

С этой целью в некоторых вузах страны были созданы специальные факультеты для подготовки специалистов горно-геологического профиля. Один из первых факультетов возник в Московском институте цветных металлов и золота (Цветмет) и Московском геологоразведочном институте (МГРИ). Качественная подготовка инженерных кадров способствовала сравнительно быстрому созданию надежной минерально-сырьевой базы урана и развитию урановой промышленности ядерной энергетики [4, 5, 7].

После распада СССР начался резкий спад по разведке, разработке и переработке урановых руд. Прекратилась и целенаправленная подготовка специалистов для ядерной отрасли. Хотя по запасам урана и тория в недрах Россия занимает третье место в мире (после Австралии и Казахстана), но по качеству запасов уступает всем его ведущим производителям [23]. Основная часть запасов России на рынке уранового сырья относится к наименее привлекательной ценовой категории 80—130 $ US/кг. Эти запасы урана нерентабельны в настоящее время. За счет собственной добычи удовлетворены только 20% потребности страны в уране.

В перспективе намечено освоение уникальных месторождений на территории Республики Саха-Якутия, строительство горно-металлургического комбината и объектов инфраструктуры (рис. 2). По оценкам, реализация проекта потребует привлечения 3,5 тыс. работников горно-геологической отрасли, специализирующихся в области урановой геологии и подземной разработки урановых месторождений.

В современных геополитических и экономических условиях развитию производства урана в России нет альтернативы. Прежде всего необходимо переоценить металлогенический

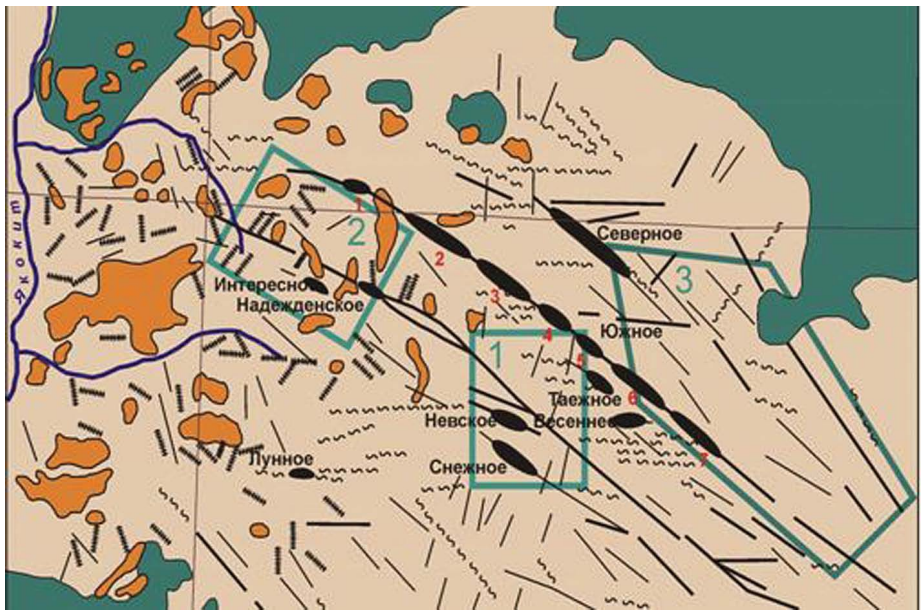

Рис. 2. *Рудный район на северо-востоке России [12]*
Fig. 2. *Ore district in the north-east of Russia [12]*

потенциал территории России. Основной задачей геологоразведки является выявление и обоснование новых поисковых площадей на основе проведения среднемасштабных минерагенических исследований, в которых должны быть объединены усилия отраслевой, академической и вузовской науки [4, 9].

Учитывая в основном скрытую локацию потенциальных урановых месторождений, необходимо научно обоснованное создание поискового комплекса и геолого-структурных моделей геолого-экономических типов месторождений на основе комплексирования методов опережающих геохимических и геофизических исследований недр, а также новых технологий горно-буровых работ.

Учитывая исторический опыт создания минерально-сырьевой базы урана в нашей стране практически с нуля и объективную роль в этом созидательном процессе советского инженерного геологического образования, актуально воссоздать подготовку специалистов-уранщиков в российских вузах [7]. Новые образовательные программы высшего образования по прикладной геологии, которые будут составлены на основании федерального государственного стандарта высшего образования четвертого поколения по специальности «24047.2 Прикладная геология», должны предусматривать организацию обучения по специализации «Разведка и оценка стратегических видов полезных ископаемых» с привлечением научно-технических работников базовых кафедр отраслевых и академических организаций.

Заключение

Экономическое значение многих видов минерального сырья для России трудно переоценить, именно их экспорт составляет 80% поступлений в бюджет российской экономики [9].

Перспективы наращивания минерально-сырьевой базы энергоносителей и создание условий для обеспечения страны энергетическим сырьем должны быть увязаны с кадровой обеспеченностью отрасли совместными усилиями образовательных организаций высшего образования, академических, отраслевых институтов, недропользователей в системе подготовки специалистов геологов.

Новые образовательные программы вузов России по прикладной геологии, составленные на основании федерального государственного стандарта высшего образования по специальности «21.05.02 Прикладная геология», будут соответствовать принципу сопряженности квалификационных требований работников геологической отрасли с компетенциями выпускников вузов. Образовательные программы формируют квалифицированного специалиста для отрасли и преследуют цель развития понимания значения прикладной геологии для применения навыков геологического изучения недр и оценки минерально-сырьевой базы страны на перспективу до 2035 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антипова О.А., Постникова О.В., Якушев В.С., Милосердова Л.В.* Роль литолого-петрофизических исследований в освоении природных резервуаров с ТРИЗ // Neftegaz.Ru.2019. № 3. С. 100—102.
2. *Белов С.В.* Минеральные ресурсы, энергетика земли и социум // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2020. № 3. С. 12—18.
3. *Вашкевич А.А., Стрижнев К.В., Шашель В.А., Захарова О.А. и др.* Прогноз перспективных зон в отложениях доманикового типа на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Нефтяное хозяйство. 2018. № 6. С. 12—16.
4. *Верчеба А.А., Игнатов П.А., Пилипенко Г.Н.* О подготовке геологов для урановой отрасли в Российском государственном геологоразведочном университете // Материалы по геологии, поискам и разведке месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Информационный сборник. М., 2015. Вып. 159. С. 16—18.
5. *Верчеба А.А., Каржева О.В.* Прикладная геология и тенденции геологического образования // Мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. конф. «Новые идеи в науках о Земле» М.: МГРИ, 2019. С. 39—42.
6. *Верчеба А.А., Оганесян Л.В.* Пути совершенствования высшего геологического образования // Разведка и охрана недр. 2016. № 12. С. 3—8.
7. *Верчеба А.А., Рихванов Л.П., Язиков Е.Г.* Урановая геология и ее кадровый потенциал // Мат-лы Четвертого междунар. симпозиума «Уран: геология, ресурсы, производство» 28—30 ноября 2017 г. М.: ФГБУ «ВИМС», 2017. С. 18—20.
8. *Воробьев А.Е., Верчеба А.А., Каукенова А.С.* Методология проектирования инновационных научных исследований и формирования технологических платформ: Учебное пособие. М.: МГРИ-РГГРУ, 2013. 119 с.
9. Геология будущего. Геологическая отрасль Российской Федерации к началу 2050-х годов. Информационно-аналитические материалы. М.: АО «Росгеология», 2017. 84 с.
10. *Живов В.Л., Бойцов А.В., Шумилин М.В.* Уран: геология, добыча, экономика. М.: РИС ВИМС, 2012. 304 с.
11. Итоги работы федерального агентства по недропользованию в 2018 году: информационно-аналитические материалы. М.: Минприроды, 2019. 56 с.
12. *Машковцев Г.А., Константинов А.К., Мигута А.К., Шумилин М.В., Щеточкин В.Н.* Уран российских недр. М.: ВИМС, 2010. 850 с.
13. *Наидко В.И.* Минералогия и минералого-геохимические особенности Серчанского месторождения германиеносных лигнитов: автореф. … канд. геолого-минерал. наук. Красноярск, 2019. 24 с.
14. *Оганесян Л.В.* Сланцевые углеводороды: реалии и мифы // Природно-ресурсные ведомости. 2016. № 1(424). С. 4—5.
15. *Оганесян Л.В.* Экологические и технико-технологические проблемы освоения нетрадиционных источников минерального сырья // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2019. № 2. С. 48—51.
16. Официальный источник РБК [Электронный ресурс]. 2019.: URL: https://www.rbc.ru/economics/14/03/2019/5c8931029a7947b028b8886c (дата обращения: 15.12.2022).
17. *Попов Ю.А., Попов Е.Ю., Чехонин Е.М.* Исследования баженовской свиты с применением непрерывного профилирования тепловых свойств // Нефтяное хозяйство. 2017, № 3. С. 22—27.
18. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г., № 2914-р.
19. *Тарханов А.В., Бугриева Е.П.* Значимость и перспективы геолого-промышленных типов урановых месторождений. М.: ВИМС, 2017. 106 с.
20. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования — специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология». (ФГОС ВО Прикладная геология-05). М.: Минобрнауки РФ. 2020. 18 с.
21. Analysis of uranium Supply to 2050. IAEA. 2017.
22. *Vorobiov A.E., Vercheba A.A.* Currant state of the Russian oil and gas industry. Moscow: RUDN, 2013. 129 p.
23. Euroatom Supply Agency Annual Report 2018. Available from: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/63787ca7-c2f4-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-103487924 (last accessed 17.12.2022)
24. *Petrov V.L.* Training of mineral dressing engineers at Russian Universities // Tsvetnye Metally. 2017. No. 7. P. 14—19. DOI: 10.17580/tsm.2017.07.02
25. *Puchkov L.A., Petrov V.L.* The system of higher mining education in Russia // Eurasian Mining. 2017 No. 2. P. 57—60. DOI: 10.17580/em.2017.02.14

REFERENCES

1. Antipova O.A., Postnikova O.V., Yakushev V.S., Miloserdova L.V. The role of lithological and petrophysical research in the development of natural reservoirs with TRIZ // Neftegaz.Ru. 2019. No. 3. P. 100—102 (In Russian).
2. Belov S.V. Mineral resources, energy of the earth and society // Use and Protection of Natural Resources in Russia. 2020. No. 3. P. 12—18 (In Russian).
3. Vashkevich A.A., Strizhnev K.V., Shashel V.A., Zakharova O.A., et al. Forecast of perspective zones in domanic-type sediments on the territory of the Volga-Ural oil and gas province // Oil Industry. 2018. No. 6. P. 12—16 (In Russian).
4. Vercheba A.A., Ignatov P.A., Pilipenko G.N. On the

training of geologists for the uranium industry at the Russian State Geological Exploration University. Materials on geology, prospecting and exploration of deposits of uranium, rare and rare earth metals. Information collection. 2015. Iss. 159. P. 16—18 (In Russian).
5. Vercheba A.A., Karzheva O.V. Applied geology and trends in geological education // Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference "New ideas in Earth Sciences". Moscow: MGRI., 2019. P. 39—42 (In Russian).
6. Vercheba A.A., Oganesyan L.V. Ways of improving higher geological education // Exploration and protection of mineral resources. 2016. No. 12. P. 3—8 (In Russian).
7. Vercheba A.A., Rikhvanov L.P., Yazikov E.G. Uranium geology and its personnel potential //Materials of the Fourth International Symposium "Uranium: geology, resources, production". November 28—30, 2017. Moscow: VIMS, 2017. 121 p. (In Russian).
8. Vorobyev A.E., Vercheba A.A., Kaukenova A.S. Methodology of designing innovative scientific research and formation of technological platforms. Moscow: MGRI-RGGRU, 2013. 119 p. (In Russian).
9. Geology of the future. Geological branch of the Russian Federation by the beginning of the 2050s: Information and analytical materials. Moscow: "Rosgeologiya", 2017. 84 p. (In Russian).
10. Zhivov V.L., Boitsov A.V., Shumilin M.V. Uranium: geology, mining, economics. Moscow: VIMS, 2012. 304 p. (In Russian).
11. Results of the work of the Federal Agency for Subsoil Use in 2018: Information and analytical materials. Moscow: Ministry of Natural Resources. 2019. 56 p. (In Russian).
12. Mashkovtsev G.A., Konstantinov A.K., Miguta A.K., Shumilin M.V., Shchetochkin V.N. Uranium of Russian subsoil. Moscow: VIMS, 2010. 850 p. (In Russian).
13. Naidko V.I. Mineralogy and mineralogical and geochemical features of the Serchansk deposit of germanium-bearing lignites: autoref. … Cand. of Geol. and mineral. Sciences. Krasnoyarsk. 2019. 24 p. (In Russian).
14. Oganesyan L.V. Shale hydrocarbons: realities and myths // Natural resource statements. 2016. No. 1(424). P. 4—5 (In Russian).
15. Oganesyan L.V. Ecological and technical and technological problems of development of unconventional sources of mineral raw materials // Mineral resources of Russia. Economics and management. 2019. No. 2. P. 48—51 (In Russian).
16. The official source of RBC [Electronic resource]. 2019: URL: https://www.rbc.ru/economics/14/03/2019/5c8931029a7947b028b8886c (accessed: 12/15/2022).
17. Popov Yu.A., Popov E.Yu., Chehonin E.M. Studies of the Bazhenov formation using continuous profiling of thermal properties // Oil Industry. 2017. No. 3. P. 22—27 (In Russian).
18. Strategy for the development of the mineral resource base of the Russian Federation until 2035. Decree of the Government of the Russian Federation of 22.12.2018, No. 2914-r (In Russian).
19. Tarkhanov A.V., Bugrieva E.P. Significance and prospects of geological and industrial types of uranium deposits. Moscow: VIMS. 2017. 106 p. (In Russian).
20. Federal state educational standard of higher education — specialty in the specialty 21.05.02 Applied geology. (FGOS IN Applied Geology-05). Moscow: Ministry of Education and Science of the Russian Federation. 2020. 18 p. (In Russian).
21. Analysis of uranium Supply to 2050. IAEA. 2017.
22. Vorobiov A.E., Vercheba A.A. Currant state of the Russian oil and gas industry. Moscow: RUDN, 2013. 129 p.
23. Euroatom Supply Agency Annual Report 2018. Available from: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/63787ca7-c2f4-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-103487924 (last accessed 17.12.2022)
24. Petrov V.L. Training of mineral dressing engineers at Russian Universities // Tsvetnye Metally. 2017. No. 7. P. 14—19. DOI: 10.17580/tsm.2017.07.02
25. Puchkov L.A., Petrov V.L. The system of higher mining education in Russia // Eurasian Mining. 2017. No. 2. P. 57—60. DOI: 10.17580/em.2017.02.14

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHORS CONSTRIBUTIONS

Верчеба А.А. — разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Воробьев А.Е. — проанализировал информацию по геоэнергетическим ресурсам мира и России и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Alexander A. Vercheba — developed the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Alexander E. Vorobyov — analyzed the information on the geo-energy resources of the world and Russia and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

Верчеба Александр Александрович* — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: verchebaaa@mgri.ru
тел.: +7 (905) 763-62-03
SPIN-код: 2448-1816

Alexander A. Vercheba* — Dr. of Sci. (Geol.-Min.), Professor of the Department of Geology of Mineral Deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University.
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
e-mail: verchebaaa@mgri.ru
tel.: +7 (905) 763-62-03
SPIN-code: 2448-1816

Воробьев Александр Егорович — доктор технических наук, профессор кафедры энергетики ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова».
100, Х. Исаева проспект, Грозный 364902, Россия
e-mail: a_fogel@mail.ru
тел.: +7 (968) 481-10-43
SPIN-код: 5640-9573

Alexander E. Vorobyov — Dr. of Sci. (Tech.), Professor of Academician M.D. Millionshchikov Grozny State Petroleum Technical University.
100, H. Isaeva avenue, Grozny 364902, Russia
e-mail: a_fogel@mail.ru
tel.: +7 (968) 481-10-43
SPIN-code: 5640-9573

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author