

Инструменты обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-66-71>

ЯШАЛОВА Н.Н.

Доктор экон. наук, заведующая кафедрой экономики и управления Череповецкого государственного университета, 162612, г. Череповец, Россия, e-mail: natalij2005@mail.ru

ПОТРАВНЫЙ И.М.

Доктор экон. наук, профессор, профессор базовой кафедры «Управление проектами и программами Capital Group» Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Россия, e-mail: ecoaudit@bk.ru

В статье рассмотрены тенденции развития угольной отрасли в контексте низкоуглеродной экономики и обеспечения углеродной нейтральности. Установлено, что углеродоемкость производства и потребления угля за 2017-2021 гг. в России увеличивается, что представляет собой негативную тенденцию. Предложены инструменты обеспечения углеродной нейтральности в угольном бизнесе, включая климатическое финансирование (торговля квотами на углеродные единицы, зеленые облигации и зеленые сертификаты), финансовая поддержка технологических инноваций, например проектов улавливания углекислого газа и захоронения его в подземных геологических горизонтах. Среди направлений обеспечения углеродной нейтральности угольной отрасли рассматривается реализация лесоклиматических компенсационных проектов, проектов по газификации угля. Предлагается расширить применение мер государственной поддержки для угледобывающих компаний, включая предоставление субсидий, налоговых льгот, государственных гарантий по проектам, направленным на снижение выбросов парниковых газов и обеспечение низкоуглеродного развития угольной отрасли.

Ключевые слова: уголь, угольный бизнес, парниковые газы, инновационные технологии, углеродная нейтральность, климатические проекты, инструменты регулирования.

Для цитирования: Яшалова Н.Н., Потравный И.М. Инструменты обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе // Уголь. 2023. № 10. С. 66-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-66-71>.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях изменение климата является одной из важных экологических проблем. Выбросы парниковых газов, вызванные антропогенной деятельностью, увеличивают число опасных явлений, которые связаны со значительным экономическим ущербом. Одной из целей ООН в области устойчивого развития на период до 2030 г. является борьба с изменением климата и его последствиями.

В настоящее время в России на государственном уровне принимаются меры по климатическому регулированию. Принятый в 2021 г. Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» создал правовую базу для реализации климатических проектов по сокращению выбросов парниковых газов или увеличению их поглощения. Крупные промышленные компании с ежегодными выбросами более чем 150 тыс. т должны в обязательном порядке предоставлять углеродную отчетность по объемам выбросов парниковых газов.

Угледобывающие компании оказывают определенное влияние на выбросы парниковых газов. Уголь используется при производстве электроэнергии, для отопления, в черной и цветной металлургии, химической промышленности и др. В этих условиях отдельные отрасли народного хозяйства и предприятия, которые являются значительными потребителями угля для своих производственных нужд, например черной металлургии, разрабатывают и реализуют собственные стратегии декарбонизации экономики и низкоуглеродного развития [1]. В *таблице* представлена динамика углеродоемкости при добыче и использовании угля в России за 2017-2021 гг. Учитывая, что около половины добываемого угля идет на экспорт, для расчета показателя «углеродоемкость» использовались открытые статистические данные по потреблению угля, а также по выбросам оксида углерода в атмосферу от сжигания ископаемого топлива для выработки электро- и теплоэнергии на территории Российской Федерации.

Мировое потребление угля с начала XXI в. выросло на 65%, в то же время в исследовании [2] отмечается, что в долгосрочной перспективе в соответствии с планами декарбонизации экономики и необходимостью выполнения Парижского соглашения по климату (2015 г.) потребление угля в основных странах мира будет сокращаться. При этом многие крупные инвестиционные фонды и банки в рамках проводимой ESG-политики ограничивают и запрещают инвестирование в проекты, связанные с добычей и использованием ископаемого топлива, что может привести к прекращению разработки новых угольных месторождений.

По сравнению с природным газом уголь является менее экологичным топливом, при его использовании образуется в два раза больше выбросов парниковых газов на 1 кВт·час электричества. Отметим, что основной объем выбросов углекислого газа образуется при сжигании угля. Однако данный вид ископаемого топлива является более дешевым, имеющим большие запасы природных ресурсов [3]. Выработка электроэнергии с применением угля в мире в 2021 г., согласно данным Международного энергетического агентства, демонстрирует рост, несмотря на ужесточение экологических требований. Но в перспективе доля угля в глобальном энергобалансе

будет снижаться [4]. Среди факторов, которые сдерживают развитие угольной отрасли, можно выделить нестабильность мировых цен на первичные энергоресурсы, переход на низкоуглеродную экономику, что связано с введением углеродного налога и уменьшением доли электроэнергии, вырабатываемой на угле, и сопровождается вытеснением угля из энергобаланса и заменой его нетрадиционными источниками энергии.

Следует учитывать, что для 30 городов и поселков в России, где проживают около 1,5 млн жителей, угольные компании являются градообразующими. Как отмечается в исследовании [5], добыча и использование угля в Арктической зоне страны являются существенным фактором устойчивого энергообеспечения. Это способствует социально-экономическому развитию территории, особенно в отдаленных и труднодоступных поселках, созданию новых рабочих мест, развитию транспортной инфраструктуры и портового хозяйства. На *рисунке* показаны завоз угля для отопления социальных объектов и использование дров для отопления жилья в п. Хайыр Усть-Янского района Якутии.

При этом заготовка дров и вырубка деревьев (часто без соответствующих разрешений) имеют более негативные экологические последствия, так как лесная растительность поглощает углеродные выбросы.

Процесс декарбонизации экономики затронул многие российские угольные компании. Климатическая политика выступает одним из трендов в сфере добычи и переработки угля. В то же время «зеленая» трансформация в угледобыче будет сопряжена с дополнительными затратами и, как следствие, ростом себестоимости угля [6]. В этих условиях важное значение имеют разработка и реализация современных инструментов обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Введение законодательных ограничений по выбросам CO₂ может привести к росту затрат российских угольных компаний, а также предприятий, использующих уголь в своей производственной деятельности. С другой стороны, развитие рынка торговли квотами на выбросы парниковых газов создает новые возможности и стимулы для

Добыча и потребление угля, выбросы оксидов углерода от сжигания ископаемого топлива и углеродоемкость производства и потребления угля в России за 2017-2021 гг.

Coal production and consumption, carbon emissions from fossil fuel combustion and the carbon intensity of coal production and consumption in Russia for 2017-2021

Год	Добыча угля, млн т	Потребление угля, млн т	Выбросы оксида углерода в атмосферу от сжигания ископаемого топлива для выработки электро- и теплоэнергии, тыс. т	Углеродоемкость производства и потребления угля, кг CO ₂ на 1 т угля
2017	411,4	208,1	1251	6,01
2018	440,2	221,1	1109	5,02
2019	439,4	224,5	1180	5,26
2020	398,3	222,8	1228	5,51
2021	432,0	209,0	1332	6,37

Источник: составлено и рассчитано авторами по данным: Охрана окружающей среды в России. 2022. М.: Росстат, 2022. 115 с.; <http://global-finances.ru/dobycha-uglya-v-rossii-po-godam/>; <https://svspb.net/norge/potreblenie-uglja.php?l=rossija>.



Завоз угля для отопления социальных объектов и использование дров для отопления жилья в п. Хайыр Усть-Янского района Якутии

Delivery of coal for heating social facilities and the use of firewood for heating housing in the village of Khaiyr, Ust-Yansky district of Yakutia

угледобывающих компаний в части снижения данных выбросов. Отметим, что в отечественной законодательной базе юридически закрепилось новое понятие – углеродные единицы. Торговля данными углеродными квотами уже используется для реализации климатических проектов. При этом эти углеродные единицы могут продаваться или передаваться другим компаниям, превышающим квоты по выбросам парниковых газов.

Начиная с 2022 г. на национальном уровне ведется реестр углеродных единиц. На начало второго полугодия 2023 г. в него внесены шесть климатических проектов, среди которых внедрение объекта генерации электроэнергии на основе солнечной энергии (Сахалинская область); модернизация ТЭЦ, связанная с заменой угольных котлоагрегаторов на газовые (г. Владивосток) и др. Оценка выбросов парниковых газов необходима компаниям не только для расчета углеродных единиц и создания социально ответственного имиджа компании, разделяющего принципы низкоуглеродного развития, но и для привлечения инвестиций и кредитов по более выгодным условиям.

Отдельные компании решают вопросы обеспечения углеродной нейтральности своей деятельности путем вывода угольных активов из своих структур. К примеру, в 2021 г. компания ЕВРАЗ приняла решение о выделении угольного бизнеса в отдельную компанию. С целью снижения углеродного следа компания ПАО «Северсталь» продала в 2022 г. свой угольный актив (АО «Воркутауголь») [7]. Крупные российские предприятия разрабатывают климатические стратегии, направленные на снижение выбросов парниковых газов, которые можно разделять по сферам охвата [8]:

- первая сфера включает в себя прямые выбросы предприятия при производственном процессе;
- вторая сфера связана с косвенными энергетическими выбросами парниковых газов. При этом учитывается, из каких источников получена энергия (угольные станции, АЭС, ГЭС и др.);

– третья сфера включает в себя косвенные выбросы парниковых газов на всех этапах жизненного цикла продукта (закупка сырья, доставка, продажа, использование, утилизация и пр.).

Для достижения углеродной нейтральности своей деятельности и сокращения прямых выбросов парниковых газов предприятия могут идти по пути изменения своего энергобаланса за счет использования возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности производства и др. Отметим, что в угольных шахтах основными парниковыми газами являются угольный метан, выбрасываемый системами вентиляции, и углекислый газ. По выбросам метана они занимают четвертое место после нефтегазовой отрасли, полигонов для захоронения отходов и животноводства.

Угольным компаниям необходимо внедрение в производственные процессы инновационных технологий [9], одной из которых, к примеру, может являться технология CCS (carbon capture and storage) [10, 11, 12], способная улавливать до 90% выбросов углекислого газа, сжимать и закачивать его на постоянное хранение в подземные геологические пласты. Данная технология основана на улавливании углекислого газа и захоронении его в глубинных геологических формациях, включая, например, отработанные угольные шахты, откуда он не сможет попасть в атмосферу. На газовом месторождении Слейпнир (Норвегия) в Северном море был запущен первый проект по захоронению углекислого газа [13]. Правительство Норвегии выделило в качестве финансовой помощи 1,7 млрд дол. США на проект «Longship», связанный с размещением выбросов CO₂ в истощенных нефтегазовых месторождениях на дне Северного моря. Подобные технологии также представляют интерес для российского угольного бизнеса, но их внедрение требует значительных инвестиций и государственной поддержки. Применение данной технологии позволяет сохранить некоторые угольные мощности за счет улавливания и захоронения выбросов парниковых газов,

однако ее стоимость является более высокой, чем при других решениях.

Одним из важных мероприятий по сокращению выбросов метана, выделяемого от предварительной дегазации угольных пластов, является его утилизация. К примеру, в 2021 г. установки для утилизации метана были смонтированы на шахтах «Алардинская» и «Ерунаковская-VIII» в Кемеровской области. Ежечасно каждая из них может утилизировать до 3 тыс. куб. м метановоздушной смеси. Помимо сжигания на факельных установках уловленный метан можно использовать для получения электроэнергии и тепла. Так, группа ЕВРАЗ планирует ввести в эксплуатацию газовый котел, в качестве энергии у которого будет применяться метан. Тепловая энергия будет нагревать воздух, подаваемый в горные выработки. Компания АО «СУЭК-Кузбасс» на протяжении ряда лет осуществляет утилизацию шахтного метана с выработкой тепловой энергии и электроэнергии. Данный проект был запущен в 2009 г. на шахте имени С.М. Кирова (Ленинск-Кузнецкий). Котлы специально переоборудованы для сжигания метана, запущены в эксплуатацию контейнерные теплоэлектростанции. За время использования данной технологии утилизировано более 45 млн куб. м метана, выработано 70 тыс. МВт·час электроэнергии, 71 тыс. Гкал теплоты.

Одним из направлений обеспечения экологической безопасности и достижения углеродной нейтральности в угольной отрасли является применение подземной газификации угля. Перевод угольных котельных на газ подземной газификации угля позволяет предотвратить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу [14]. Реализация данного подхода в Арктической зоне страны возможна при финансовой поддержке добывающих компаний в рамках проведения этнологической экспертизы проектов в целях улучшения качества жизни местного населения [15].

Перспективным направлением обеспечения углеродной нейтральности для угольных компаний является реализация лесоклиматических проектов, связанных с воспроизводством лесов и направленных на поглощение парниковых газов. Такие проекты получили развитие во многих странах мира, в том числе и в России. К примеру, при увеличении объемов добычи ООО «УК «ЭЛСИ» в 2022 г. было высажено свыше 420 тыс. деревьев на площади 480 га в Республике Саха (Якутия) и в других сибирских регионах в рамках компенсационного лесовосстановления, а также более 4 тыс. деревьев и кустарников по собственной инициативе по программам социальной ответственности бизнеса. В Амурской области при поддержке компании АО «Русский уголь» проводятся мероприятия по высадке деревьев, в 2021 г. в городах было высажено 300 тыс. деревьев в двух регионах присутствия компании. Речь идет о инвестициях в лесовосстановление и социальное развитие. Компания «СДС-Уголь» одной из первых в стране реализует в Кузбассе проект по созданию карбонового полигона для снижения выбросов парниковых газов стоимостью 300 млн руб. Это позволит компании осуществлять торговлю «зелеными сертификатами» (углеродными квотами) или учитывать снижение

выбросов парниковых газов в рамках обеспечения своей углеродной нейтральности. Отметим, что, по оценкам, растения поглощают на площади 1 га 2 т CO₂.

Очевидно, что реализуемые лесоклиматические компенсационные проекты отличаются по степени доходности, срокам окупаемости, их следует адаптировать к условиям развития конкретного региона. Осуществление таких проектов особенно актуально для угольных предприятий, деятельность которых связана со значительными выбросами парниковых газов, которые превышают установленные нормы (с 2023 г. – не более 150 тыс. т CO₂ в год, с 2024 г. – не более 50 тыс. т CO₂ в год). Тем самым благодаря использованию механизма торговли углеродными единицами как элемента климатического финансирования угольные компании и инвесторы климатических проектов получают возможность компенсировать собственные выбросы парниковых газов. Кроме того, на основе использования данного инвестиционного инструмента угольные компании смогут заниматься продажей углеродных единиц на углеродном рынке, что создает экономические стимулы для решения экологических и климатических задач.

Инновационная деятельность для предприятий, связанная с обеспечением углеродной нейтральности, требует значительного финансирования, но в то же время политика ответственного инвестирования вынуждает инвесторов сокращать инвестиции как в угольные компании, так и в предприятия, применяющие уголь. Государственная поддержка угольной отрасли осуществляется на основе федерального субсидирования предприятий, но эти меры имеют косвенный характер (бюджетные трансферы и льготы по разведке и добыче угля, льготные ставки по страховым платежам, например для резидентов территорий опережающего развития). К примеру, в рамках территории опережающего социально-экономического развития «Южная Якутия» предусмотрено строительство шахты «Восточная Денисовская», обогатительной фабрики по производству угольного концентрата, Инаглинского угольного комбината. Потребление угля также субсидируется через тарифы на электроэнергию и тепло. Представляется целесообразным распространить данные меры государственной поддержки на проекты угледобывающих компаний, направленные на снижение выбросов парниковых газов и обеспечение углеродной нейтральности угольного бизнеса, включая субсидирование затрат на производство климатически нейтральной продукции, экономическое стимулирование применения низкоуглеродных технологий, применение инструментов климатического финансирования (зеленые облигации), ГЧП и др.

К числу инструментов обеспечения углеродной нейтральности угледобывающих компаний и повышения их устойчивости относится раскрытие информации в рамках ESG-отчетности, что отражается в капитализации бизнеса, стоимости ценных бумаг компаний, их котировке на биржах. Инструменты климатического регулирования в угольной отрасли также тесно связаны с вопросами ценообразования и хеджирования риска с учетом климатических факторов. Ввиду того, что инструменты углеродной нейтральности являются новыми для рос-

сийских предприятий, экономическую и экологическую эффективность от их применения оценить достаточно затруднительно. Также нужно учитывать, что затраты, связанные с реализацией климатических проектов, очень высокие, поэтому инвестиции и отдача от них носят долгосрочный характер. Значительные возможности по достижению углеродной нейтральности в угольной отрасли открываются в связи с применением новых технологий в процессах горного производства и проведением технологических преобразований [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производственная деятельность российских угольных компаний испытывает сильное влияние внутренних и внешних рисков. Угольные компании в большей мере зависят от ужесточения экологического законодательства, связанного с выбросами парниковых газов. Учитывая, что спрос на уголь в ближайшие годы будет сохраняться, угледобывающим компаниям целесообразно разработать и реализовывать климатические программы (стратегии). Одной из основных задач, стоящих перед горнодобывающей промышленностью, является внедрение чистых технологий в промышленность. Обязательным условием достижения углеродной нейтральности должно стать внедрение инновационных технологий с целью снижения воздействия на климатическую систему, для этого в стране должны быть созданы условия, инструменты и механизмы для поддержки проектов в сфере низкоуглеродного развития.

Список литературы

1. Яшалова Н.Н., Васильцов В.С., Потравный И.М. Декарбонизация черной металлургии: цели и инструменты регулирования // Черные металлы. 2020. № 8. С. 70-75.
2. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Основные тенденции развития угольной промышленности мира и России в условиях низкоуглеродной энергетики Часть II. Низкоуглеродное развитие как фактор снижения спроса на уголь и его влияние на перспективы угольной генерации // Горный журнал. 2022. № 8. С. 91-94. DOI: 10.17580/gzh.2022.08.01.
3. Чурашев В.Н., Маркова В.М. Остаться нельзя уйти: к вопросу о развитии угольной генерации в России // ЭКО. 2019. № 11. С. 63-93.
4. Эксперты констатировали «угольный ренессанс» в 2021 году вопреки декарбонизации // Ведомости. 2022. 21 янв. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/01/21/905854-ugolnii-renessans> (дата обращения: 15.09.2023).

5. Новиков А.В. Арктический вектор угольной политики в контексте пространственного развития прибрежных территорий // Уголь. 2022. № 2. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.
6. Блиновская Я.Ю., Мазлова Е.А. Основные тренды климатической политики в сфере добычи и переработки угля // Успехи современного естествознания. 2019. № 2. С. 86-93.
7. Отчет об устойчивом развитии. Северсталь. 2021. URL: <https://rspp.ru/download/4f81d2bbfa89029a7517772c93945e1c/> (дата обращения: 15.09.2023).
8. Ермакова М.С. Выбросы парниковых газов: раскладываем по полочкам // Экология производства. 2021. № 2. С. 98-105.
9. Wang J., Cao H. Improving competitive strategic decisions of Chinese coal companies toward green transformation: A hybrid multi-criteria decision-making model // Resources Policy. 2022. Vol. 75. P. 102483. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102483.
10. Carbon capture and storage for long-term and safe sealing with constrained natural CO₂ analogs / Q. Liu, D. Zhu, Z. Jin et al. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023. Vol. 171. P. 113000. DOI: 10.1016/j.rser.2022.113000.
11. Li K., Yang J., Wei Y. Impacts of carbon markets and subsidies on carbon capture and storage retrofitting of existing coal-fired units in China // Journal of Environmental Management. 2023. Vol. 326. P. 116824. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116824.
12. Потравный И.М., Яшалова Н.Н. Эколого-экономическая оценка технологий захоронения выбросов парниковых газов в подземных геологических пространствах // Горный журнал. 2022. № 8. С. 90-94.
13. Advances in technology and utilization of natural resources for achieving carbon neutrality and a sustainable solution to neutral environment / S. Raza, E. Ghasali, M. Raza et al. // Environmental Research. 2023. Vol. 220. P. 115135. DOI: 10.1016/j.envres.2022.115135.
14. Крейнин Е.В. Подземная газофикация угля как экологически чистая технология его добычи и использования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. № 4. С. 256-262.
15. Обоснование и механизм реализации проекта газофикации угля в российской Арктике / Н. Даваахуу, И.М. Потравный, В.Г. Милославский и др. // Уголь. 2019. № 9. С. 88-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-88-93>.
16. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Прогнозные оценки масштабов применения новых технологий в угольной отрасли на период до 2040 года // Горная промышленность. 2019;(5):10-16. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-5-10-16.

Original Paper

UDC 338.45:622.33:658.589.011.46 © N.N. Yashalova, I.M. Potravny, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 66-71
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-66-71>

Title
TOOLS TO ENSURE CARBON NEUTRALITY IN THE RUSSIAN COAL BUSINESS

Authors
 Yashalova N.N.¹, Potravny I.M.²

¹ Cherepovets State University, Cherepovets, 162612, Russian Federation

² Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Moscow, 117997, Russian Federation

ECONOMICS

Authors information

Yashalova N.N., Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Economics and Management, e-mail: natalij2005@mail.ru

Potravnny I.M., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Basic Department «Project and Program Management Capital Group», e-mail: ecoaudit@bk.ru

Abstract

The article considers the trends in the development of the coal industry concerning a low-carbon economy and ensuring carbon neutrality. It has been determined that the carbon intensity of production and consumption of coal for 2017-2021 in Russia is increasing, which is a negative trend. Tools for ensuring carbon neutrality in the coal business have been proposed, including climate financing (carbon credit trading, green bonds and green certificates), financial support for technological innovations, for example, projects for capturing carbon dioxide and storing it in underground geological horizons. Among the directions for ensuring carbon neutrality of the coal industry, the implementation of forest-climatic compensation projects, coal gasification projects is being considered. It is proposed to expand the use of state support measures for coal mining companies, including the provision of subsidies, tax incentives, state guarantees for projects aimed at reducing greenhouse gas emissions and ensuring low-carbon development of the coal industry.

Keywords

Coal, Coal business, Greenhouse gases, Innovative technologies, Carbon neutrality, Climate projects, Regulation tools.

References

1. Yashalova N.N., Vasiltsov V.S. & Potravny I.M. Decarbonization of ferrous metallurgy: objectives and regulatory instruments. *Chernye Metally*, 2020, (8), pp. 70-75. (In Russ.).
2. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. & Dyachenko K.I. Major trends shaping development of coal industry in the world and in Russia under conditions of low-carbon energy economy. Part II. Low-carbon development as a factor of decline in coal demand and its implications for coal-fired power generation prospects. *Gornyi Zhurnal*, 2022, (8), pp. 17-23. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2022.08.01.
3. Churashev V.N. & Markova V.M. Stay or leave: on coal generation prospects in Russia. *Eko*, 2019, (11), pp. 63-93. (In Russ.).
4. Experts declared "coal renaissance" in 2021 in spite of decarbonization, *Vedomosti*, November 21-28, 2022, Available at: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/01/21/905854-ugolnii-rennans> (accessed 15.09.2023).
5. Novikov A.V. Arctic vector of coal policy in the context of spatial development of coastal territories. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.
6. Blinovskaya Ya.Yu. & Mazlova E.A. Climatic policy main trends in the production and processing of coal. *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2019, (2), pp. 86-93. (In Russ.).
7. Corporate Social Responsibility and Sustainable Development Report. Severstal, 2021, Available at: <https://rspp.ru/download/4f81d2bffa89029a7517772c93945e1c/> (accessed 15.09.2023).
8. Ermakova M.S. Greenhouse gas emissions: spelling out. *Ekologiya proizvodstva*, 2021, (2), pp. 98-105. (In Russ.).
9. Wang J. & Cao H. Improving competitive strategic decisions of Chinese coal companies toward green transformation: A hybrid multi-criteria decision-making model. *Resources Policy*, 2022, (75), 102483. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102483.
10. Liu Q., Zhu D., Jin Z. et al. Carbon capture and storage for long-term and safe sealing with constrained natural CO₂ analogs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2023, (171), 113000. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113000>.
11. Li K., Yang J. & Wei Y. Impacts of carbon markets and subsidies on carbon capture and storage retrofitting of existing coal-fired units in China. *Journal of Environmental Management*, 2023, (326), 116824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116824>.
12. Potravny I.M. & Yashalova N.N. Ecologo-economic assessment of burial technologies for greenhouse gas emissions in underground geological

spaces. *Gornyi Zhurnal*, 2022, (8), pp. 91-94. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2022.08.13.

13. Raza S., Ghasali E., Raza M. et al. Advances in technology and utilization of natural resources for achieving carbon neutrality and a sustainable solution to neutral environment. *Environmental Research*, 2023, (220), pp. 115135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115135>.

14. Kreynin E.V. Underground gasification of coal as an environmentally clean technology of its mining and utilization. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 2008, (4), pp. 256-262. (In Russ.).

15. Davaakhuu N., Potravny I.M., Miloslavsky V.G. & Utkin I.I. Rationale and mechanism for the implementation of the project of coal gasification in the Russian Arctic, 2019, № 9, pp. 88-93. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-88-93.

16. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S., Dyachenko K.I. Forecast estimates of the scale of application of new technologies in the coal industry for the period up to 2040. *Gornaya promyshlennost'*, 2019;(5):10-16. (In Russ.). DOI: 10.30686/1609-9192-2019-5-10-16.

For citation

Yashalova N.N. & Potravny I.M. Tools to ensure carbon neutrality in the russian coal business. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 66-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-66-71.

Paper info

Received April 10, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

РЕКЛАМА

НПП ЗАВОД МДУ

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЗАВОД МОДУЛЬНЫХ
ДЕГАЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК»

**ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ДЕГАЗАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ
МЕТАНА**

МЕТАН ПОД КОНТРОЛЕМ!

РОССИЯ
Г. НОВОКУЗНЕЦК
ШОССЕ СЕВЕРНОЕ, 8

WWW.ZAVODMDU.RU
INFO@ZAVODMDU.RU
ТЕЛ.: +7 (3843) 991-991