

Обоснование подхода к освоению месторождений угля в труднодоступных районах Арктической зоны Якутии

Н.С. Батугина, Е.А. Хоютанов✉

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск, Российская Федерация

✉ khoiutanov@igds.ysn.ru

Резюме: Описаны присущие арктическим районам Республики Саха (Якутия) специфические характеристики, которые усложняют доставку топливно-энергетических ресурсов до разрозненных на большой территории населенных пунктов. Один из способов обеспечения энергетической безопасности и снабжения доступными строительными материалами местного населения – это разработка локальных месторождений угля. Приведена краткая характеристика существующих способов доставки топливно-энергетических ресурсов. Рассмотрены структура потребления топлива, объемы завозимых ресурсов, стоимость доставки. Приведены запасы месторождений, числящихся на Госбалансе. Описаны критерии и требования, на основе которых необходимо выявлять наиболее перспективные для первоочередного освоения месторождения региона. Обозначена ограниченность экономической эффективности добычи местных ресурсов социальной направленностью освоения, обеспечением прежде всего энергетической безопасности населения. Рассмотрены возможные льготы для местных предприятий, ведущих добычу или планирующих её начать.

Ключевые слова: уголь, Арктика, месторождение угля, добыча угля, энергобезопасность, Якутия

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №24-28-20376).

Для цитирования: Батугина Н.С., Хоютанов Е.А. Обоснование подхода к освоению месторождений угля в труднодоступных районах Арктической зоны Якутии. *Горная промышленность*. 2025;(1):148–153. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-1-148-153>

Justification of an approach to coal mining in hard-to-reach areas of the Arctic zone of Yakutia

N.S. Batugina, E.A. Khoiutanov✉

Institute of Mining of the North named after N.V. Chersky of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation

✉ khoiutanov@igds.ysn.ru

Abstract: The article describes the specific characteristics of the Arctic regions in the Republic of Sakha (Yakutia), which make the delivery of fuel and energy resources to settlements scattered over a large territory more difficult. Mining of the local coal resources is one of the ways to ensure energy security and supply affordable building materials to the local population. The article gives a brief description of the existing ways to deliver fuel and energy resources and discusses the structure of fuel consumption, volume of imported resources, and the cost of delivery. The article provides information of the reserves of the deposits listed in the State Register of Reserves, describes the criteria and requirements that are used as the necessary basis to identify the most promising deposits in the region for their priority development. The economic efficiency of mining the local resources is limited by the social orientation of the development, ensuring above all the energy security of the population. The article considers possible incentives for the local companies that are already engaged in mining or are planning to start it.

Keywords: coal, Arctic, coal deposit, coal mining, energy security, Yakutia

Acknowledgments: The research was supported by the Russian Science Foundation (Project No.24-28-20376).

For citation: Batugina N.S., Khoiutanov E.A. Justification of an approach to coal mining in hard-to-reach areas of the Arctic zone of Yakutia. *Russian Mining Industry*. 2025;(1):148–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-1-148-153>

Введение

Несмотря на имеющийся в других странах положительный опыт по использованию возобновляемых источников энергии [1], в арктических районах Республики Саха (Якутия) (РС (Я)) по ряду объективных и субъективных причин, обусловленных влиянием в числе прочего экстремальных климатических факторов, и с учетом потенциала локальной минерально-сырьевой базы в обозримом будущем твердое топливо не будет иметь хоть сколько-нибудь значимых альтернатив.

Обеспечение местным твердым топливом небольших удаленных потребителей предполагает развитие разрезов малой мощности [2] на основе подготовки и отработки запасов угля с наиболее благоприятными условиями добычи, транспортирования и дальнейшего потребления. Решение разноплановых задач предполагает повышение уровня исследований по развитию научных основ эффективной работы таких предприятий.

Для 13 арктических районов РС (Я) характерны: отрицательное влияние экстремальных природно-климатических условий, очаговый характер освоения и расселения с очень низкой плотностью проживающего населения, вытекающий из этого ограниченный объем потребления всех возможных ресурсов, отсутствие функционирующей в нормальном режиме энергетической и транспортной инфраструктуры, острый дефицит финансовых и кадровых средств. Эти территории относятся к наименее исследованной и освоенной восточной части арктической и заполярной зон России – на площади в 1,7 млн км² проживает около 64,2 тыс. человек. За последние 35 лет численность постоянно проживающего населения сократилась более чем в два раза.

Арктические районы Якутии наиболее полно и ярко отражают сложность и особенности обеспечения ТЭР, в том числе углем, труднодоступных регионов страны с децентрализованной энергетикой [3; 4]. Из-за протяженности (до 2,7–2,9 тыс. км), несовпадения сроков речной и морской навигации, работы «зимников» (время работы каждого из видов транспорта не более 3,5–4,5 мес/год), мелководья рек и их устьевых частей груз вынужденно проходит ряд стадий промежуточного и базового хранения (рис. 1).



Рис. 1
Основные угольные месторождения арктических районов РС (Я) и существующие схемы доставки угля в заполярье

Fig. 1
Main coal deposits of the Arctic regions in the Republic of Sakha (Yakutia) and existing coal delivery routes in the Polar Region

В балансе ТЭР в арктической зоне республики уголь занимает важную роль в обеспечении котельных ряда районов, куда ежегодно поставляется до 0,2–0,25 млн т. В труднодоступных и отдаленных районах арктической зоны РС (Я) для выработки тепловой и электрической энергии используется угольная продукция различного качества, производимая в основном разрезами малой мощности. Из-за больших расстояний между добывающими предприятиями и территориально разбросанными, в основном мелкими потребителями, слабо развитой транспортной инфраструктуры топливо часто доставляется по сложным и многозвенным схемам с длительными сроками накопления, промежуточного и базового хранения.

Стоимость котельно-печного топлива для труднодоступных районов по данным Государственного Комитета по ценовой политике РС (Я) колеблется от 12 до 32–35 тыс. руб/т (Верхоянский, Усть-Янский, Абыйский, Момский районы), нефти – 120–175 тыс. руб/т. Расходы на транспортировку топлива в арктические и труднодоступные филиалы Государственного унитарного предприятия «Жилищно-коммунальное хозяйство» (ГУП ЖКХ) РС (Я) являются крайне высокими. Доля выработки данных филиалов составляет порядка 15% от общей выработки теплотенергии предприятием. При этом доля расходов на доставку топлива составляет более 50% от всех расходов на транспортировку во всех анализируемых периодах.

Поставка каменного угля для арктических районов Якутии производится с угольного разреза «Джебарики-Хая» (Ленский бассейн, Томпонский район) и АО «Зырянский угольный разрез» (Зырянский бассейн, Верхнеколымский район). Вследствие недостаточного спроса использование производственных мощностей угольных предприятий Восточной Якутии составляет от 60 до 75%, предприятия характеризуются высокой степенью износа оборудования и слабой технической оснащенностью. Здесь полностью отсутствуют мощности по переработке угля.

В целом имеются объективные предпосылки расширения объемов использования местной угольной продукции. Это связано с необходимостью обеспечения энергетической безопасности труднодоступных территорий, поддержкой их социально-экономического развития, ростом расходов на добычу и транспортировку топлива.

Методы

Методы и подходы, которые использовались в работе, в значительной степени основаны на оригинальных результатах, полученных ранее авторами. В их числе: анализ и сравнение, научное обобщение, анализ опыта функционирования малых горных предприятий в удаленных труднодоступных районах, изучение минерально-сырьевой базы арктической зоны РС (Я), цифровое картографирование, статистическая обработка, моделирование месторождений с применением горно-геологических информационных систем.

Методический подход к проведению исследований состоит в следующем. Проведен анализ минерально-сырьевой базы угольных месторождений арктической зоны РС (Я). Информация была собрана из геологических отчетов, после её обработки и формализации создавались совокупная (БД «Уголь арктической зоны Якутии») и индивидуальные (по месторождениям) базы данных. Были учтены данные геологоразведки, геофизической и маршейдерской съемки как первичная информация, а также, в числе прочего, геологические разрезы и планы, то есть

Таблица 1
Запасы угольных месторождений арктической зоны РС (Я), тыс. т

Table 1
Coal reserves in the Arctic Zone of the Republic of Sakha (Yakutia), thousand tonnes

| Месторождение | Вид и марка угля | Состояние запасов на 1 января 2022 г. | | | | | | Район |
|-----------------|---------------------|---------------------------------------|---------|----------------|--------------------|----------------|--------------|-----------------|
| | | Балансовые | | | | | Забалансовые | |
| | | A | B | C ₁ | A+B+C ₁ | C ₂ | | |
| Куларское | Бурый Б | 918 | 5 564 | 7 189 | 13 671 | 1 232 | 733 | Усть-Янский |
| Таймыльское | Каменный Д, Богхед | 27 119 | 37 051 | 98 786 | 162 956 | 160 100 | – | Булунский |
| Надеждинское | Каменный Ж | – | 4 947 | 13 045 | 17 992 | 23 148 | – | Верхнеколымский |
| Уяндинское | Бурый Б | 821 | 858 | 5 338 | 7 017 | 2 940 | 23 484 | Верхоянский |
| Согинское | Бурый 2Б | 1 437 | 5 967 | 4 658 | 12 062 | 1 472 | – | Булунский |
| Южный Тигян | Бурый Б | 276 | 340 | 972 | 1 588 | – | – | Анабарский |
| Буолкалаахское | Каменный Д | – | 5 214 | 12 071 | 17 285 | – | – | |
| Чай-Тумус | Каменный Г | 4 629 | 7 023 | 23 751 | 35 403 | – | 19 286 | Булунский |
| Эрозионное | Каменный | 4 282 | 12 658 | 13 319 | 30 259 | 3 641 | – | Верхнеколымский |
| Харанга | Каменный Т | – | 16 582 | 17 795 | 34 377 | 3 555 | – | Верхнеколымский |
| Тихонское | Каменный Ж-КЖ кокс. | – | 2 866 | 816 | 3 682 | – | – | Момский |
| Буор-Кемюское | Каменный Ж ок | 11 705 | 4 258 | 47 691 | 63 654 | – | 5 607 | Верхнеколымский |
| Краснореченское | Каменный | – | 3 991 | 19 111 | 23 102 | – | – | Абыйский |
| Сибик-2 | Каменный Ж ок | 1 024 | 1 785 | 913 | 3 722 | – | – | Верхнеколымский |
| ИТОГО | | 52 211 | 109 104 | 265 455 | 426 770 | 196 088 | 49 110 | |

Источник: Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2022 года. Уголь. Том VIII. Дальневосточный федеральный округ. Республика Саха (Якутия). М.: Росгеолфонд; 2022. 440 с.

Source: The State Register of Reserves of the Russian Federation as of January 1, 2022. Coal. Volume VIII. The Far Eastern Federal District. The Republic of Sakha (Yakutia). Moscow: Rosgeolfond; 2022. 440 p. (In Russ.).

вторичная информация, полученная по результатам обработки первичной.

С применением баз данных оценены качественные характеристики ряда основных месторождений, проанализированы географо-экономические и горно-геологические условия залегания их запасов. Изучена классификация угледобывающих предприятий, с учетом специфических особенностей арктических районов предложена и обоснована новая категория. Раскрыты параметры отнесения к ней предприятий. На примере Краснореченского месторождения рассмотрено замещение существующей схемы доставки угля с Зырянского разреза. В результате итоговых технико-экономических расчетов делается вывод о целесообразности использования углей рассматриваемых в арктической зоне РС (Я) месторождений.

Результаты и их обсуждение

Месторождения арктических и субарктических районов Северо-Востока России необходимо дифференцировать не только по инвестиционной привлекательности (крупные и средние угольные объекты), но и по социально-экономической значимости (уголь для местных нужд в труднодоступных удаленных районах).

Для первой группы, учитывая высокую ценность и востребованность, для оценки эффективности их освоения необходимо использовать такие критерии, как чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности (ИД), внутренняя норма доходности (ВНД) и др. [5–7]. В качестве оптимального принимается вариант, наиболее полно учи-

тывающий интересы государства (полнота использования недр, бюджетная эффективность проекта – ЧДД государства) и недропользователя (ВНД, ЧДД, чистая прибыль).

А вот освоение социально-экономически значимых месторождений для местных нужд в труднодоступных районах может и должно иметь другую цель. Она связана не с получением коммерческой выгоды, а в первую очередь – с повышением энергобезопасности данных территорий и поддержкой более качественного их развития. Данный подход в научных публикациях, как правило, глубоко не исследуется и, как следствие, редко применяется, несмотря на очевидную актуальность [8].

Важность строительства новых разрезов в труднодоступных районах арктической зоны Якутии в максимальной близости от мест потребления и судоходных рек связана с необходимостью: снижения общих и удельных затрат на дорогостоящий «северный» завоз топлива; повышения энергетической безопасности местного населения; обеспечения ТЭР действующих и перспективных предприятий региона по добыче стратегически важных минерально-сырьевых ресурсов [9; 10].

Арктическая зона Якутии обладает незначительными разведанными и поставленными на баланс запасами угля (табл. 1, рис. 1), но характеризуется высоким ресурсным потенциалом. Часто рядом с открытыми месторождениями имеются не менее перспективные по углю площади, требующие разведки и оценки. Государственным балансом запасов полезных ископаемых России по состоянию на 01.01.2022 г. только в арктической зоне РС (Я) учитыва-

Таблица 2
Параметры отнесения малого угледобывающего предприятия к категории микроразрез

Table 2
Parameters for classification of a small-scale coal mining company as a micro-size strip mine

| Классификационный показатель | Характеристика |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выручка от реализации | Не важно |
| Балансовые запасы для первоначальной добычи | От 500 тыс. т с относительно простыми горно-геологическими условиями |
| Объем добычи в год (определяется госзаказчиком) | В среднем 20–50 тыс. т/год, макс. до 100 тыс. т |
| Численность занятых | 15–50 чел. |
| Поставка угля | Исключительно на муниципальном уровне |
| Использование технологий | Использование стандартных технологий и механизации, адаптированных к местным условиям |
| Организация работ | Упрощенный порядок лицензирования и недропользования Передача прав по утверждению запасов на региональный уровень |
| Налогообложение | Только льготное, отмена большинства налогов, кроме отчислений в страховые фонды |

ются 14 основных месторождений угля различных марок (10 – каменного, 4 – бурого), балансовые запасы которых составляют 426,7 млн т по категориям А+В+С₁ и 196 млн т по С₂¹. На каменный уголь приходится 91,9% от всех запасов. Месторождения Куларское, Таймыльское и Надеждинское относятся к распределенному фонду недр, остальные – к нераспределенному.

Угли Куларского и Уядинского месторождений имеют крайне высокую влажность, зольность, низкую теплоту сгорания и требуют обязательного предварительного обогащения, прежде всего по «сухим» технологиям [11].

Для труднодоступных районов классификацию угледобывающих предприятий предлагается дополнить категорией «микроразрез», ориентированной на удовлетворение местных потребностей (ЖКХ или выработка электроэнергии). В контексте освоения месторождений арктической зоны микроразрез – это предприятие по добыче малых объемов угля (до 100 тыс. т), деятельность которого осуществляется в труднодоступных, энерго- и транспортно-изолированных районах арктической зоны с суровыми климатическими и физико-географическими условиями, основной целью работы которого является не коммерческая выгода, а повышение энергобезопасности местного населения и поддержка социально-экономического развития территорий.

Предлагается выделить основные классификационные параметры отнесения угольного предприятия, функционирующего в удаленных труднодоступных условиях, к категории микроразрез (табл. 2).

Выручка от реализации не должна являться основным критерием отнесения угольных разрезов к категории микро, поскольку даже при малых объемах добычи (30–50 тыс. т) и цене не менее 6 тыс. руб. выручка составит 180–300 млн руб., что значительно выше выручки от реализации, установленной для микропредприятий (предельные значения годового дохода от предпринимательской деятельности для микропредприятий – 120 млн руб. и численность не более 15 чел.).

Балансовые запасы для первоначальной добычи. Для поддержания нормальной работы микроразрезов требуется от 500 тыс. т балансовых запасов угля, находящихся в относительно простых горно-геологических условиях.

Объем добычи в год определяется госзаказчиком (ГУП ЖКХ и др.) и в среднем может составлять 20–50 тыс. т в год, реже доходя до 100 тыс. т.

Численность занятых рабочих на горных предприятиях регламентируется условиями безопасного ведения открытых горных работ и обслуживания машин и механизмов. Поэтому минимизация рабочих мест имеет ограничения и в настоящее время не представляется возможным доводить численность на участке до 15 человек при отработке угля объемом добычи до 30–50 тыс. т.

Поставка угля, использование технологий. Поставки угля осуществляются исключительно на муниципальном уровне. При ведении открытых горных работ целесообразно использовать наиболее простые технологические схемы, характеризующиеся эксплуатацией одного-двух уступов и применением технических средств с минимумом обслуживаемых стационарных машин и механизмов.

Организация работ. Одной из важных классификационных характеристик является закрепление статуса месторождений, находящихся в труднодоступных районах, содержащих уголь, который используется для целей энергобезопасности населения, как участков недр местного значения. При создании микропредприятий по добыче местного угля в энерго- и транспортноизолированных арктических районах следует упростить процесс оформления исходной разрешительной документации на разработку месторождений с максимально возможным уровнем унификации.

Налогообложение. Целесообразно введение ряда льгот, таких как: обнуление ставки по налогу на добычу полезных ископаемых; освобождение от уплаты налогов на прибыль и имущество. Предлагаемые меры находятся в сфере ответственности федеральных, республиканских и местных органов власти и в большинстве своем могут быть решены лишь путем существенных дополнений в действующее законодательство.

Рассмотрим замещение привозных каменных углей с Зырянского разреза за счет разработки местного месторождения угля Краснореченское. Оно расположено в среднем течении реки Индигирки, угли каменные марки ДД, подтвержденные запасы – 6592 тыс. т. Ежегодная потребность в угле с учетом перевода всех котельных Абыйского, Момского и Аллаиховского районов с жидкого топлива на уголь составит 58 тыс. т/год каменного угля.

Требуемые инвестиции: 780 827 тыс. руб., в том числе вложения инвестора на организацию добычи: 395 073 тыс. руб.; на модернизацию объектов теплоснабжения: 385 754 тыс. руб.

Срок доставки при этом сокращается с 1,5 лет до 0,5 лет.

Разработка местных месторождений позволит привлечь местные кадры, уменьшит отток местного населения

¹ Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2022 года. Уголь. Том VIII. Дальневосточный Федеральный округ. Республика Саха (Якутия). М.: Росгеолфонд; 2022. 440 с.

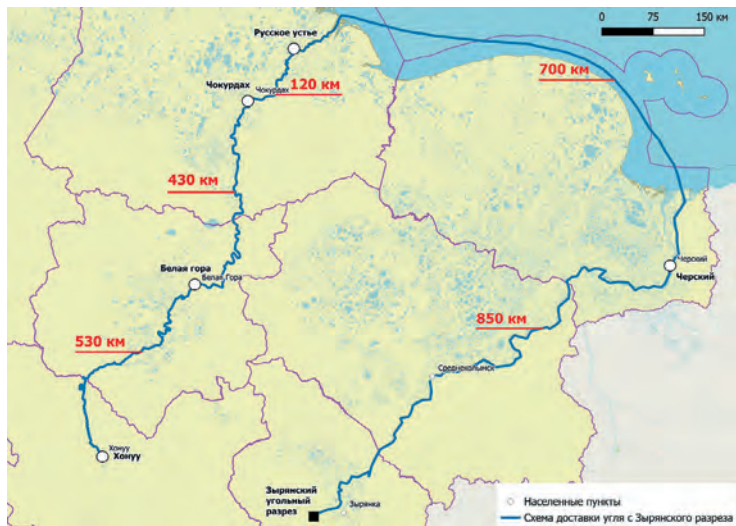


Рис. 2
Существующая схема доставки угля с Зырянского разреза

Fig. 2
Existing routes of coal delivery from the Zyryansky coal strip mine

Существующая схема снабжения потребителей привозным углем с Зырянского разреза

Разрез – река Колыма 850 км – перевалка Черский – море 750 км – перевалка Русское Устье – река Индигирка 550 км – склад Белая гора – автозимник 780 км – Сасыр = итого 2 880 км

Стоимость угля на котельной увеличивается в 5 раз – с 4500 руб/т до 22500 руб/т

ния, мультипликативный эффект от производств позволит увеличить налоговые поступления, станет катализатором экономического роста муниципальных образований, а также позволит сохранить и улучшить показатели ГУП ЖКХ РС (Я).

Таким образом, преимущества применения углей местных месторождений заключаются в:

- резком снижении транспортно-перевалочных расходов за счет сокращения расстояния перевозки водным фрахтом и количества перевалок;
- значительном упрощении транспортно-логистической схемы завоза ТЭР до потребителей;
- повышении энергобезопасности районов и надежности обеспечения их топливом;
- снижении количественных и качественных (по энергетической ценности) потерь угля;
- низкой себестоимости добычи угля за счет благоприятных горно-геологических условий разработки месторождений, меньшего коэффициента вскрыши;
- достигаемых экономических эффектах (экономия для ГУП ЖКХ РС (Я) – 2,1 млрд руб. ежегодно; снижение тарифов ГУП ЖКХ РС (Я) – с 24 до 50% по районам; снижение бюджетной нагрузки – 1,2 млрд руб. ежегодно).

В целом, разработка месторождений угля в арктических районах полностью соответствует проводимой в республике политике развития местной промышленности, повышению занятости населения путем создания новых рабочих мест, а также направлена на модернизацию экономики северных и арктических районов в соответствии с политикой РФ по развитию Арктики. Перечень вопросов, которые необходимо учитывать при создании новых угольных предприятий в арктических районах Якутии, на этом не ис-



Рис. 3
Предлагаемая схема доставки угля

Fig. 3
The proposed coal delivery route

1-й вариант (Река + Авто)

Разрез – автозимник 80 км Кебергене – река Индигирка 680 км – Чокурдах = итого 750 км (в 4 раза меньше)

Разрез – река Индигирка 200 км – перегрузка на авто Хонуу – автозимник 250 км – Сасыр = итого 450 км (в 6,4 раза меньше)

2-й вариант (автозимник)

Разрез – автозимник 330 км – Белая гора – автозимник 430 км – Чокурдах 760 км

Разрез – автозимник 200 км – Хонуу – автозимник 250 км – Сасыр 450 км

Стоимость угля увеличивается в 2,2 раза с 4500 руб/т до 10 903 руб/т

черпывается. Однако обозначенные пути решения части из них будут способствовать росту энергетической безопасности арктических районов Якутии и их дальнейшему развитию.

Заключение

Угольные месторождения арктической зоны РС (Я), которые находятся в удаленных, труднодоступных, энерго- и транспортноизолированных районах, предлагается дифференцировать по их социально-экономической значимости для региона. Целью освоения таких объектов является повышение энергобезопасности территорий и поддержка их развития, а не коммерческая выгода.

Применение предлагаемых наборов критериев и требований позволит: при освоении угольных месторождений организовать устойчивую работу малых добывающих предприятий; снизить количественные и качественные потери угля в недрах и угольной продукции в цепочках её поставок; повысить эффективность оценки проектов освоения месторождений, имеющих социально-экономи-

ческую значимость (например, общераспространенных полезных ископаемых); обеспечить точность и надежность выбора рационального варианта создания малых добывающих предприятий в удаленных и труднодоступных районах России.

Результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях, при разработке и корректировке планов развития арктических муниципальных образований региона, подготовке бизнес-планов реконструкции или создании малых добывающих предприятий.

Список литературы / References

1. Ringkjøb H.-K., Naugan P.M., Nybø A. Transitioning remote Arctic settlements to renewable energy systems – A modelling study of Longyearbyen, Svalbard. *Applied Energy*. 2020;258:114079. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114079>
2. Ткач С.М., Гаврилов В.Л., Батугина Н.С., Хоютанов Е.А., Федоров В.И. Геотехнологические требования к созданию малых угольных разрезов в заполярной зоне Якутии. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2015;(S30):152–162. Tkach S.M., Gavrilov V.L., Batugina N.S., Khoutanov E.A., Fedorov V.I. Geotechnical requirements for the creation of small-scale open-pits coal mines in polar zone of Yakutia. *Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2015;(S30):152–162. (In Russ.)
3. Salonen H. All habits die hard: Exploring the path dependence and lock-ins of outdated energy systems in the Russian Arctic. *Energy Research & Social Science*. 2021;78:102149. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102149>
4. Povoroznyuk O., Vincent W.F., Schweitzer P., Laptander R., Bennett M., Calmels F. et al. Arctic roads and railways: social and environmental consequences of transport infrastructure in the circumpolar North. *Arctic Science*. 2023;9(2):297–330. <https://doi.org/10.1139/as-2021-0033>
5. Иванова М.В. Потенциал и возможности освоения угольных запасов арктической части Красноярского края. *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2024;(2):58–70. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.2.2024.84.005>
Ivanova M.V. Developing coal reserves in the Arctic part of the Krasnoyarsk region: Potential and opportunities. *The North and the Market: Forming the Economic Order*. 2024;(2):58–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.37614/2220-802X.2.2024.84.005>
6. Разовский Ю.В., Горенкова Е.Ю., Киселева С.П., Косякова И.В., Маколова Л.В. Угольный арктический доход: классификация и методология оценки. *Уголь*. 2018;(7):42–44. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-7-42-44>
Razovskiy Yu.V., Gorenkova E.Yu., Kiseleva S.P., Kosyakova I.V., Makolova L.V. Coal Arctic revenue: Classification and assessment methodology. *Ugol'*. 2018;(7):42–44. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-7-42-44>
7. Петрунин А.М., Семенов А.С., Молодых С.С. Анализ перспектив разработки угольных месторождений в арктической зоне Чукотской автономной области. *Московский экономический журнал*. 2020;(8):74–85.
Petrunin A.M., Semenov A.S., Molodykh S.S. Analysis of prospects for development of coal deposits in the Arctic zone of the Chukotsky autonomous okrug. *Moscow Economic Journal*. 2020;(8):74–85. (In Russ.)
8. Чурашев В.Н., Маркова В.М. Угольные проекты в арктической зоне России: эффективность и ориентированность. *Интерэкспо ГЕО-Сибирь*. 2021;3(1):107–118. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2021-3-1-107-118>
Churashev V.N., Markova V.M. Coal projects in the arctic Russian zone: efficiency and orientation. *Interexpo GEO-Siberia*. 2021;3(1):107–118. (In Russ.) <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2021-3-1-107-118>
9. Пронина Н.В., Макарова Е.Ю., Богомолов А.Х., Митронов Д.В., Кузеванова Е.В. Геология и угленосность Российской Арктики в связи с перспективами развития региона. *Георесурсы*. 2019;21(2):42–52. Режим доступа: https://old.geors.ru/media/pdf/4_Pronina1.pdf (дата обращения: 02.12.2024).
Pronina N.V., Makarova E.Yu., Bogomolov A.Kh., Mitronov D.V., Kuzevanova E.V. Geology and coal bearing capacity of the Russian Arctic in connection with prospects of development of the region. *Georesursy*. 2019;21(2):42–52. (In Russ.) Available at: https://old.geors.ru/media/pdf/4_Pronina1.pdf (accessed: 02.12.2024).
10. Гаврилов В.Л., Немова Н.А., Медведева К.Е. О структуре запасов и добычи угля в Сибири и на Дальнем Востоке России. *Интерэкспо ГЕО-Сибирь*. 2023;2(1):69–77. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2023-2-1-69-77>
Gavrilov V.L., Nemova N.A., Medvedeva K.E. On the structure of reserves and production of coal in Siberia and the Far East of Russia. *Interexpo GEO-Siberia*. 2023;2(1):69–77. (In Russ.) <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2023-2-1-69-77>
11. Hughes N., le Roux M., Campbell Q.P., Nakhaei F. A review of the dry methods available for coal beneficiation. *Minerals Engineering*. 2024;216:108847. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2024.108847>

Информация об авторах

Батугина Наталья Сергеевна – доктор экономических наук, главный научный сотрудник, Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск, Российская Федерация
Хоютанов Евгений Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск, Российская Федерация; e-mail: khoiutanov@igds.ysn.ru

Information about the authors

Natal'ya S. Batugina – Dr. Sci. (Econ.), Chief Researcher, Institute of Mining of the North named after N.V. Chersky Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation
Evgenii A. Khoiutanov – Cand. Sci. (Eng.), Researcher, Institute of Mining of the North named after N.V. Chersky of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation; e-mail: khoiutanov@igds.ysn.ru

Article info

Received: 07.11.2024
Revised: 09.01.2025
Accepted: 15.01.2025

Информация о статье

Поступила в редакцию: 07.11.2024
Поступила после рецензирования: 09.01.2025
Принята к публикации: 15.01.2025