Оригинальная статья

Original Paper

УДК 656.073:502/504 © А.С. Кузнецова, А.С. Алипов, Е.А. Лавриненко✉, 2026

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 191123, г. Санкт-Петербург, Россия
✉ e-mail: e.a.lavrinenko@spbu.ru

UDC 656.073:502/504 © A.S. Kuznetsova, A.S. Alipov, E.A. Lavrinenko✉, 2026

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, 191123, Russian Federation
✉ e-mail: e.a.lavrinenko@spbu.ru

Формирование мультимодальных перевозок с учетом выбросов CO_2

Organization of multimodal transportation in consideration CO_2 emissions

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-10-100-105

КУЗНЕЦОВА А.С.
Канд. экон. наук, доцент кафедры Экономической кибернетики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 191123, г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: a.s.kuznetsova@spbu.ru

АЛИПОВ А.С.
Канд. экон. наук, доцент кафедры Экономической кибернетики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 191123, г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: a.alipov@spbu.ru

ЛАВРИНЕНКО Е.А.
Канд. экон. наук, доцент кафедры Экономической кибернетики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 191123, г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: e.a.lavrinenko@spbu.ru

Глобальная логистика и цепочки поставок в последнее время все больше привлекают к себе внимание как со стороны бизнеса, так и со стороны правительств. Можно рассмотреть множество причин, способствующих повышению их роли. В данном исследовании основное внимание обращено на усиление ESG-повестки и необходимость существенного сокращения выбросов парниковых газов в сфере грузоперевозок. Многие страны приняли на себя обязательства достичь углеродной нейтральности к 2050 г., что делает поиск эффективных способов снижения CO_2 в транспортировке угля одной из актуальных задач отрасли. Транспортный этап остается значимым источником выбросов в жизненном цикле угля, поэтому оптимизация мультимодальных перевозок рассматривается как один путей решения поставленной задачи. В настоящем исследовании предлагается подход к созданию математической модели формирования мультимодальных перевозок с учетом выбросов CO_2. Модель направлена на достижение баланса между минимизацией логистических затрат и сокращением углеродного следа в условиях высокой изменчивости внешней среды.

Ключевые слова: *глобальные цепочки поставок, ESG, зеленая экономика, выбросы CO_2, углеродная нейтральность, мультимодальные перевозки, математическое моделирование.*

Для цитирования: Кузнецова А.С., Алипов А.С., Лавриненко Е.А. Формирование мультимодальных перевозок с учетом выбросов CO_2 // Уголь. 2026;(10):100-105. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-10-100-105.

Abstract

Global logistics and supply chains have recently attracted more and more attention from both businesses and governments. There are many reasons that can be considered to enhance their role. This study focuses on strengthening the ESG agenda and the need to significantly reduce greenhouse gas emissions in the freight transportation sector. Many countries have committed to achieving carbon neutrality by 2050, which makes the search for effective ways to reduce CO_2 in coal transportation one of the urgent tasks of the industry. The transport stage remains a significant source of emissions in the coal lifecycle, therefore, the optimization of multimodal transportation is considered as one of the ways to solve this problem. This study suggests an approach to creating a math-

ematical model for the formation of multimodal transportation, taking into account CO_2 emissions. The model aims to achieve a balance between minimizing logistical costs and reducing the carbon footprint in a highly volatile environment.

Keywords
Global supply chains, ESG, green economy, CO_2 emissions, carbon neutrality, multimodal transportation, mathematical modeling.

For citation
Kuznetsova A.S., Alipov A.S., Lavrinenko E.A. Organization of multimodal transportation in consideration CO_2 emissions. *Ugol'*. 2026;(10):100-105. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-10-100-105.

ВВЕДЕНИЕ

С 2020 по 2026 г. глобальные цепочки поставок угля подверглись серии внешних потрясений, что привело к резкому удлинению маршрутов, многократному росту стоимости фрахта, значительному увеличению времени в пути, падению предсказуемости поставок и общему росту операционных расходов [1].

Для обеспечения эффективной работы цепочки поставок должны иметь возможность оперативно адаптироваться к быстро меняющимся геополитическим, экономическим и регуляторным условиям, одновременно учитывая общие операционные затраты и вклад транспорта в выбросы парниковых газов [2, 3, 4]. Решение этой задачи невозможно без перехода к продвинутым мультимодальным схемам [5, 6].

Авторами предлагается подход к формированию математической модели оптимизации мультимодальных перевозок угля, которая позволяла бы одновременно минимизировать общие логистические затраты и транспортные выбросы CO_2 в условиях высокой неопределенности и внешних шоков.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глобальная логистика и цепочки поставок (Global Logistics and Supply Chains – GLSC) в угольной промышленности на современном этапе представляют собой сложные многоуровневые, многоканальные и мультимодальные системы, включающие взаимосвязанные горнодобывающие предприятия, торговые компании, железнодорожных, речных и морских перевозчиков, а также конечных потребителей – преимущественно энергетические, металлургические, цементные компании [3].

GLSC в угольной промышленности вынуждены непрерывно адаптироваться к воздействиям как эндогенных, так и экзогенных факторов. Только за период 2020-2025 гг. глобальные цепочки поставок угля подверглись последовательным «шоковым» воздействиям пандемии COVID-19, военных конфликтов, эскалации торговых войн (США – Китай), а также нарушений в ключевых узлах морской инфраструктуры (кризис в Красном море) [4, 7, 9].

Пандемия COVID-19 (2019 – 2020 гг.) привела к резкому сокращению спроса на уголь в первом полугодии 2020 г. за счет локдаунов и промышленного спада, значительным сбоям в добыче, транспортировке и портовой перевалке [7, 8, 9]. В Китае, одном из крупнейших торговых партнеров России, наблюдалось падение объемов морских поставок на фоне ограничений на рабочую силу, что усилило волатильность фрахтовых ставок и привело к временным дефицитам в ключевых портах. Постковидное экономическое восстановление привело к росту производства и потребления угля, особенно в Китае и Индии [9].

С 2022 г. радикально трансформировалась география экспорта российского угля – одного из крупнейших экспортеров до 2022 г. (третьего по величине в мире после Австралии и Индонезии; в 2021 г. на Россию приходилось 15% мирового экспорта) [9]. Введение западных санкций (в том числе запрет ЕС, Великобритании и Японии на импорт российского угля с августа 2022 г.) вызвало переориентацию потоков на Азиатско-Тихоокеанский регион (Китай, Индию, Вьетнам), удлинение плеч доставок, рост логистических издержек и перегрузку восточных направлений (порты Дальнего Востока, Транссиб и БАМ). Одновременно конфликт спровоцировал временный рост спроса на уголь в Европе как замещающий источник энергии вместо российского газа (ряд стран ЕС объявили о временном возобновлении работы и/или продлении срока службы угольных электростанций), что привело к резкому скачку цен и дополнительным нагрузкам на альтернативных поставщиков (Австралия, Колумбия, Индонезия, Южная Африка) [9].

Торговые войны и протекционистские меры (особенно эскалация тарифов США в 2025 г.) усилили фрагментацию глобальных цепочек поставок, повысили неопределенность инвестиций в угольную инфраструктуру и стимулировали диверсификацию маршрутов и поставщиков. Совокупный эффект от этих мер для различных стран, регионов и заинтересованных сторон может привести к различным, даже противоположным, результатам. Организация судоходства, предлагаемые маршруты перевозок и схемы распределения провозной способности могут потребовать корректировки в соответствии с меняющейся обстановкой [10].

Наконец, в 2023-2025 гг. морская логистика угля столкнулась с хроническими нарушениями: атаки в Красном море вынудили суда к длительным обходам вокруг мыса Доброй Надежды, увеличив, по данным UNCTAD[1], тонномили на 5,9% и резко подняв фрахтовые ставки на сухогрузы. Сохраняющаяся перегрузка портов (контейнерная и балкерная), дефицит оборудования, нехватка экипажей и погодные/климатические катаклизмы также усугубляют ситуацию [10].

Перечисленные выше факторы привели к системному росту транспортных затрат, удлинению сроков поставок, снижению надежности расписаний и повышению общей уязвимости угольных цепочек поставок к экзогенным шокам.

Катализатором эволюции методов управления GLSC также стало развитие новых цифровых технологий, таких как машинное обучение, искусственный интеллект, генеративный искусственный интеллект, блокчейн, цифровые двойники, смарт-контракты. Значимость внедрения этих техно-

[1] *UNCTAD – Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию (ЮНКТАД).*

логий в логистику становится очевидной, если учесть те многогранные преимущества, которые они предоставляют [10]. Интеграция инноваций в бизнес-процессы позволяет делать более прозрачными партнерские отношения с поставщиками, быстрее и качественнее удовлетворять потребности клиентов, соответствовать экологическим требованиям, расширять спектр предоставляемых услуг и повышать общую эффективность и результативность, тем самым создавая конкурентное преимущество, а также укрепляя в целом динамическую устойчивость. Современные компании находятся под постоянным давлением необходимости внедрения новых технологий в свои логистические процессы, поскольку то, что считалось хорошим логистическим сервисом совсем недавно, в ближайшем будущем скорее всего будет уже недостаточным, и своевременная оперативная модернизация является необходимым условием сохранения устойчивости и жизнеспособности компании.

Эффективное управление материальными, информационными и финансовыми потоками в цепях поставок угля приобретает критическое значение не только для обеспечения непрерывности производства и удовлетворения глобального спроса на угольное сырье, но и для минимизации антропогенного воздействия на климатическую систему через сокращение выбросов парниковых газов, в первую очередь диоксида углерода (CO_2).

Здесь надо обратить внимание на возрастающую роль концепции устойчивого развития (ESG)[2] в части экологической составляющей, а именно проблем климатических изменений и методов борьбы с ними. Этому вопросу уделяется непропорционально много внимания, что отражает его влияние на логистические процессы во всем мире. Так, более 50 стран мира подписали конвенцию о достижении углеродной нейтральности к 2050 г. Постепенно начинает формироваться новая законодательная база по регулированию выбросов CO_2. В некоторых странах это носит форму налогов, сборов, субсидий и др. [4, 11]. Стоит отметить одно – логистика как сфера международной деятельности не может оставаться в стороне и вынуждена адаптироваться под давлением правительств и потребителей. Компаниям все чаще приходится переосмыслить существующие методы и организационные структуры для более эффективного управления в соответствии с международными целями устойчивого развития [4, 10].

Наиболее углеродоемким сегментом в логистике является автомобильная доставка (особенно «последняя миля» и короткая доставка – 50-300 км), где удельные выбросы достигают 80-150 г. CO_2/(т·км), в то время как железнодорожный транспорт обеспечивает 15-40 г. CO_2/(т·км), речной/внутренний водный – 5-15 г., а морской (балкер/сухогруз) – порядка 3-12 г. CO_2/(т·км) в зависимости от размера судна, скорости хода и типа топлива[3]. Транспортировка угля в Scope 3[4] составляет значительную долю совокупного углеродного следа угольных компаний – по различным оценкам, от 8-15% до 25-35% от полного жизненного цикла выбросов в зависимости от длины плеча доставки, структуры и региональных особенностей логистической инфраструктуры.

Совокупно представленные выше факторы создают перманентную нагрузку на глобальные цепочки поставок угля, проявляющуюся в росте логистических издержек, усилении ценовой волатильности, необходимости инвестиций в цифровизацию и ускорении поиска низкоуглеродных и низкорисковых альтернативных мультимодальных решений. Можно заключить, что эффективность и устойчивость сложных глобальных логистических и снабженческих цепочек в значительной степени зависят от наличия надежной, эффективной и адаптивной сети поставок и логистических услуг как для входящих поставок, так и для исходящей дистрибуции [6, 7].

Ключевые компании логистического сектора демонстрируют лояльность и полномасштабное участие в реализации основных положений концепции ESG и мировом переходе к углеродной нейтральности. Можно выделить разные подходы к решению задачи снижения выбросов: технические, технологические и управленческие. Переход к мультимодальным схемам рассматривается в современной литературе как один из наиболее экономически и экологически эффективных инструментов снижения транспортной составляющей углеродного следа угольной цепочки поставок [5].

Основная задача мультимодальной транспортной системы заключается в интеграции различных видов транспорта в единую, эффективную и удобную для пользователя сеть. Главная цель – улучшение транспортных систем за счет снижения выбросов CO_2 и повышение операционной эффективности. Это будет способствовать сокращению высоких логистических издержек и воздействия на окружающую среду, вызванное выбросами парниковых газов, особенно в наземном транспорте, что соответствует глобальным целям устойчивого развития и открывает перспективный путь к более устойчивому будущему [5, 12].

В научном сообществе широко рассматриваются подходы к планированию маршрутов перевозок с акцентом на экологическую устойчивость и эффективность затрат [5, 6, 12, 13]. Для транспортировки угля преимущественно актуальна мультимодальная схема «железная дорога – река – море» [14, 15].

Ниже авторами предлагается возможный вариант применение математического аппарата исследования операций как одного из инструментов поддержки принятия инновационных управленческих решений в области формирования оптимальной мультимодальной перевозки с учетом выбросов CO_2.

Построение адекватной описанной ситуации экономико-математической модели предполагает существенную модификацию классической сетевой постановки транс-

[2] *ESG (Environmental, Social, and Governance) — критерии устойчивого развития бизнеса, включающие заботу об окружающей среде (E), социальной ответственности (S) и качестве управления (G). По данным CE Delft STREAM, EcoTransIT World.*

[3] *По данным CE Delft STREAM, EcoTransIT World.*

[4] *Международный метод учета компаниями выбросов CO_2, за которые компания несет ответственность за пределами своих стен в цепочке создания стоимости.*

портной задачи в соответствии с рядом предпосылок. Некоторые из них, в целом, соответствуют подходу, описанному в [4], и предполагают:

– рассмотрение многопродуктовой модели вместо стандартной однопродуктовой;

– рассмотрение условно-постоянных издержек, в частности нелинейных ограничений, связанных с заключением контрактов, в дополнение к традиционным переменным издержкам, связанным с перевозками;

– рассмотрение в модели издержек хранения продукции.

Вместе с тем существует ряд авторских предположений, отличающих данную модель:

Несмотря на то, что перевозки различных продуктов могут быть существенно не связаны между собой, помимо целевых показателей необходимо учитывать общие ограничения сверху на пропускные способности определенных маршрутов. На практике таким образом можно отражать как реальную специфику «узких мест», будь то какие-либо транзитные узлы, порты, перевалочные станции, железнодорожные развязки, так и ограниченность времени на перевозку как такового. При этом в зависимости от конкретных условий можно рассматривать как более простой статический вариант модели, когда доставка грузов по всей сети одновременно осуществляется за один квант времени, так и более сложный динамический, когда необходима специальная синхронизация движения грузов.

Специальное «качественное» выделение различных «вариантов» перевозок, будь то железнодорожный, морской или речной транспорт, связывающих одну и ту же пару пунктов, на уровне модели не представляется обязательным. Логика транспортной задачи с ограниченными сверху пропускными способностями позволяет ограничиться включением нескольких дуг, инцидентных одной и той же паре вершин. Аналогичным же образом может быть описан выбор, например, скорости движения транспорта, когда, как утверждается в [4], замедление доставки груза на 20% позволяет уменьшить потребление топлива и сопутствующие выбросы практически вдвое!

Каждому маршруту необходимо присвоить, как минимум, стоимость перевозки единицы груза (предполагаем, что она не зависит от содержимого конкретного контейнера, а только от их количества) и оценку «углеродного следа», а в более сложном случае – добавить еще и время перевозки. Минимальным необходимым требованием в этой ситуации будет являться следующее: общая продолжительность перевозки от пункта производства до пункта потребления не может превышать некой константы. Тогда еще одним допущением, которое может быть рассмотрено в рамках схемы с включением нескольких дуг, инцидентных одной и той же паре вершин, в классическую модель, является механизм хранения груза: для сбалансированной сети это будет означать появление дополнительных маршрутов с увеличенными (на величину стоимости хранения единицы) показателями стоимости транспортировки и увеличенными же (на продолжительность хранения) показателями длительности транспортировки. В этом смысле вопрос о моделировании издержек на хранение продукции, которые могут быть либо связаны с существованием продукта во временном промежутке, либо «взиматься» при переходе продукта от момента к моменту, будет решаться, скорее, последним способом.

Для упрощения описания производства можно перейти к изначально несбалансированной сети, где первичное производство будет эквивалентно «обычной» перевозке на условный склад, а отказ от него – мгновенной и бесплатной перевозке в фиктивный пункт потребления. Таким образом, ограничения на производственную мощность сведутся к параметру запасов. Это также позволит отказаться от выделения в особую категорию решений выбора конкретного производителя.

Наконец, можно рассмотреть возможность непосредственного использования классических оптимизационных методов вместо расчетов, по сути, в рамках балансовой модели, которая получается из исходной при подстановке конкретных значений параметров. Для этого предлагается возможность проведения вариантных расчетов как минимум по двум критериям (минимизация затрат при фиксации временного интервала и максимального уровня выбросов и минимизация выбросов при фиксации временного интервала и максимального уровня затрат).

$$f_c(\mathbf{x}) = \sum_{d \in D} \left(k_d y_d + c_d \sum_{r=1}^{R} x_{rd} \right), \quad (1)$$

$$f_g(\mathbf{x}) = \sum_{d \in D} g_d \sum_{r=1}^{R} x_{rd}, \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D_i^-} x_{rd} - \sum_{d \in D_i^+} x_{rd} = b_{ir}, \quad i \in I, \quad r \in R, \quad (3)$$

$$0 \le \sum_{r=1}^{R} x_{rd} \le h_d, \quad d \in D, \quad h_d > 0, \quad (4)$$

$$\tau_d = t_d + \theta_i, \quad d \in D_i^-, \quad i \in I, \quad (5)$$

$$\theta_i = \max_{d \in D_i^+} \{0; \tau_d y_d\}, \quad i \in I, \quad (6)$$

$$\theta_i \le T, \quad i \in I, \quad (7)$$

$$y_d = \begin{cases} 1; \sum_{r=1}^{R} x_{rd} > 0 \\ 0; \sum_{r=1}^{R} x_{rd} = 0 \end{cases}, \quad (8)$$

где $r \in R$ – номер конкретного вида продукции; $i \in I$ – номер пункта в логистической сети; $d \in D$ – номер возможного маршрута перевозки груза (с конкретизацией скорости и вида транспорта) из всего множества D; x_{rd} – запланированный объем перевозки груза r по маршруту d; $y_d \in \{0;1\}$ показывает факт заказа перевозки по маршруту d; h_d – максимально возможный объем перевозки груза по маршруту d за временной промежуток единичной длительности; t_d – длительность перевозки единицы груза по маршруту d; τ_d – время перевозки единицы груза по маршруту d с учетом способа его доставки в место хранения; g_d – объем выбросов, вызванных перевозкой единицы груза по маршруту d; $f_g(\mathbf{x})$ – общий объем выбросов, связанных с реализацией плана перевозок $\mathbf{x}$; β – максимально допустимый объем выбросов, связанных с реализацией пла-

на перевозок $\mathbf{x}$; c_d – стоимость перевозки единицы груза по маршруту d; k_d – стоимость заказа перевозки груза по маршруту d; $f_c(\mathbf{x})$ – общие затраты на выполнение плана перевозок $\mathbf{x}$; α – максимально допустимые затраты на выполнение плана перевозок $\mathbf{x}$; D_i^- – маршруты, имеющие пункт i в качестве стартовой точки; D_i^+ – маршруты, имеющие пункт i в качестве финишной точки; b_{ir} – запас (потребность в случае отрицательного числа) груза r в пункте i; θ_i – поздний срок приема грузов в пункте i; T – поздний срок реализации плана перевозок $\mathbf{x}$.

Таким образом, возможных вариантов оптимизации два:

$$f_c(\mathbf{x}) \to \min, \quad (9^*)$$

$$f_g(\mathbf{x}) \le \beta, \quad (10^*)$$

либо

$$f_g(\mathbf{x}) \to \min, \quad (9^{**})$$

$$f_c(\mathbf{x}) \le \alpha \quad (10^{**})$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предложенная модель является адаптивной и масштабируемой. Она способствует более глубокому пониманию взаимосвязи сложных технических, технологических и управленческих факторов в формировании мультимодальных цепей поставок и предоставляет организациям инструмент поддержки принятия решений для задачи управления выбросами CO_2, формирования оптимального парка транспортных средств, внедрения инноваций в логистике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике и ужесточения климатического регулирования угольная промышленность сталкивается с необходимостью радикального пересмотра подходов к организации транспортных процессов.

Переход к «зеленым» мультимодальным схемам (с приоритетом железнодорожного, речного и морского транспорта) может быть не только экологически оправданным, но и экономически эффективным направлением развития угольной логистики в среднесрочной перспективе. Реализация такого подхода способствует улучшению позиций компаний в рамках ESG-оценок, выполнению международных обязательств по декарбонизации, повышению устойчивости цепочек поставок.

Разработанная математическая модель, интегрирующая экономические, временные и углеродные критерии, дает возможность находить компромиссные решения в условиях высокой неопределенности, вызванной геополитическими шоками, волатильностью фрахтовых рынков и изменяющимися регуляторными требованиями. Внедрение предложенных решений способно стать важным шагом на пути к устойчивому развитию угольной отрасли в эпоху климатических ограничений.

Направления дальнейших исследований связаны с расширением модели на стохастические сценарии, интеграцией прогнозов углеродного ценообразования и учетом альтернативных видов топлива для «последней мили».

Список литературы • References

1. ESG-повестка в угледобывающих регионах в условиях внешних шоков и ограничений / О.В. Зонова, О.Б. Шевелева, М.К. Куманеева и др. // Уголь. 2026;(2):39-43. DOI: 10.18796/0041– 5790-2026-2-39-43.
   Zonova O.V., Sheveleva O.B., Kumaneeva M.K., Tyuleneva T.A., Kozhikhova A.A. ESG agenda in coal-mining regions in the face of external shocks and restrictions. Ugol'. 2026;(2):39-43. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041– 5790-2026-2-39-43.
2. Kolesov D., Alipov A., Kuznetsova A., Smirnov R. Distribution of Decarbonization Costs and Externality Regulation. E3S Web of Conferences. 2023;(420):07017. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342007017.
3. Никитенко С.М., Гоосен Е.В., Кавкаева О. Моделирование гибких цепочек добавленной стоимости на основе «чистых» технологий переработки угля // Горная промышленность. 2023;(S2):126-134. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-S2-126-134.
   Nikitenko S.M., Goosen E.V., Kavkaeva O. Modeling of flexible value chains based on clean coal processing technologies. Gornaya promyshlennost'. 2023;(S2):126-134. (In Russ.). DOI: 10.30686/1609-9192-2023-S2-126-134.
4. Çapar İ. Green supply chain evolution: A multimodal logistics strategy for capping carbon emissions. Transportation Research Part E. 2025. https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104250.
5. Derpich I et al. Pursuing Optimization Using Multimodal Transportation System: A Strategic Approach to Minimizing Costs and CO_2 Emissions. J. Mar. Sci. Eng. 2024;(12):976. https://doi.org/10.3390/jmse12060976.
6. Javanpour S. et al. Sustainable Multi-Modal Transportation and Routing Focusing on Costs and Carbon Emissions Reduction. arXiv preprint arXiv:2502.00056. 2025. https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.00056.
7. Zhao J., Hui H. Comparative study on the international coal trade network before and after COVID-19 outbreak. Frontiers in Energy Research. 2023;(11). https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1230191.
8. Самуйлов В.М., Неволин Д.Г., Калашников А.Е. Роль транспортного коридора «Россия – Китай» в перевозке экспортных грузов // Инновационный транспорт. 2020;4(38):15-20. DOI: 10.20291/2311-164X-2020-4-15-20.
   Samuilov V.M., Nevolin D.G., Kalashnikov A.E. The role of the Russia – China transport corridor in transportation of export goods. Innovatsionnyj transport. 2020;(4):15-20. (In Russ.). DOI: 10.20291/2311-164X-2020-4-15-20.
9. Overland I., Loginova J. The Russian coal industry in an uncertain world: Finally pivoting to Asia? Energy Research & Social Science. 2023;(102). https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103150.
10. ЮНКТАД. Обзор морского транспорта 2025: удерживая курс в неспокойных водах. 2025 https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2025overview_ru.pdf (дата обращения: 15.09.2026).
11. Исмагилова О.Д. Ценообразование выбросов углерода: мировой опыт // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2023. Т. 39. № 4. С. 470-495. DOI: 10.21638/spbu05.2023.402.
    Ismagilova O.D. Carbon pricing world wide. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika. 2023;39(4):470-495. (In Russ.). DOI: 10.21638/spbu05.2023.402.
12. Harrir M.M. et al. Optimization of transport costs and CO_2 emissions reduction policies in a continuous cycle supply chain. E3S Web of Conferences. 2022. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233600060.

13. Wang X. et al. Green supply chain for coal: Models and optimization. Cleaner Logistics and Supply Chain. 2025. https://doi.org/10.1016/j.clscn.2025.100206.
14. Гладунов В.А., Бондаренко Е.М. Оценка экономических затрат грузоотправителей на перевозку угля из России в Китай по схеме «железная дорога – река – море» в сравнении с традиционными цепями поставок // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2024;2(69):5-12. DOI: 10.52170/1815-9265_2024_69_5.
Gladunov V.A., Bondarenko E.M. Assessment of the economic costs of shippers for transporting coal from Russia to China using the "railway – river – sea" scheme in comparison with traditional supply chains. Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. 2024;2(69):5-12. (In Russ.). DOI: 10.52170/1815-9265_2024_69_5.
15. Логистика переключения грузопотоков каменного угля с железнодорожного на речной транспорт в Амурском бассейне / С. Вакуленко, П. Куренков, Д. Роменский и др. // Логистика. 2021;5(174):24-30.
Vakulenko S., Kurenkov P., Romensky D. et al. Logistics of switching coal cargo flows from railway to river transport in the Amur Basin. Logistika. 2021;5(174):24-30. (In Russ.).

Authors Information
Kuznetcova A.S. – PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, 191123, Russian Federation, e-mail: a.s.kuznetsova@spbu.ru
Alipov A.S. – PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, 191123, Russian Federation, e-mail: a.alipov@spbu.ru
Lavrinenko E.A. – PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, 191123, Russian Federation, e-mail: e.a.lavrinenko@spbu.ru

Информация о статье
Поступила в редакцию: 26.08.2026
Поступила после рецензирования: 17.09.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

Paper info
Received August 26 2026
Reviewed September 17, 2026
Accepted September 30, 2026

Кузбассразрезуголь посвятил первокурсников КузГТУ в горняки

Посвящение в горняки для первокурсников Горного института Кузбасского государственного технического университета состоялось на Кедровском угольном разрезе в Кемерово. Такую церемонию ежегодно проводит компания «Кузбассразрезуголь» для будущих горных инженеров, которые решили связать свою жизнь с угольной промышленностью.

«*Посвящение в горняки – это символичный, но важный шаг на пути в профессию. Знакомство с реальным производством уже в первые дни учебы позволяет им наглядно понять, как сегодня работает современное угледобывающее предприятие и какие направления для профессионального развития есть в нашей Компании. Это часть нашей системной работы по подготовке кадров, которая объединяет вузы и угольные предприятия*», – отметила ***директор по персоналу и общим вопросам УК «Кузбассразрезуголь» Евгения Бажина***.

Для первокурсников провели экскурсию по угольному разрезу, познакомили с основными горняцкими специальностями и продемонстрировали гигантскую карьерную технику. На участке открытых горных работ более 100 будущих горняков произнесли профессиональную клятву, в которой пообещали хорошо учиться и быть достойными выбранной профессии.

Кузбасский государственный технический университет является одним из основных образовательных партнеров УК «Кузбассразрезуголь». Почти 80% инженерно-технических работников угольной компании являются выпускниками вуза. Посвящение первокурсников в горняки угольщики проводят с 2023 г. За это время участниками церемоний стали более 400 студентов, первые из них уже прошли на предприятиях Кузбассразрезугля производственную практику и готовятся к получению дипломов.