Краев Павел Геннадьевич, магистр,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
Kraev Pavel Gennadievich**,** Master's Degree,
Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
"Trans-Baikal State University,"

Бочкарева Инесса Владимировна,
доцент кафедры экономики,
кандидат экономических наук,
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
Bochkareva Inessa Vladimirovna,
Associate Professor,
Department of Economics, PhD in Economics
Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
"Trans-Baikal State University"

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (НА ПРИМЕРЕ ПАО «ППГХО»)
A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF COAL TRANSPORTATIONOPTIONS IN EXTREMELY IOW TEMPERATURE CONDITIONS (USING PJSC PIMCU AS AN EXAMPLE)

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения экономической эффективности транспортировки угля в зимний период на примере участка «Уртуйский разрез – Краснокаменская ТЭЦ» ПАО «ППГХО». Авторами разработан алгоритм сравнительного анализа альтернативных вариантов транспортировки, учитывающий не только классические инвестиционные критерии (NPV, IRR), но и специфические для Забайкальского края климатические риски (смерзаемость угля при температуре до -45°С). Предложена авторская система показателей, включающая коэффициент смерзаемости и интегральный критерий эффективности, что позволяет количественно оценить надежность поставок для градообразующего предприятия. Проведена апробация методики на трех альтернативных схемах, обоснован выбор оптимального варианта с минимальными интегральными издержками.

Abstract. The article addresses the problem of improving the economic efficiency of coal transportation during the winter period using the example of the "Ur-tuisky Open Pit – Krasnokamenskaya CHPP" section of JSC "PPGHO". The author has developed an algorithm for a comparative analysis of alternative transportation options, which takes into account not only classical investment criteria (NPV, IRR), but also specific climatic risks for the Trans-Baikal Territory (coal freezing at temperatures down to -45°C). The author proposes an original system of indicators, including a freezing coefficient and an integral efficiency criterion, which allows for quantitative assessment of the reliability of supplies for a city-forming enterprise. The methodology was tested on three alternative schemes, justifying the choice of the optimal option with minimal integral costs.

Ключевые слова: Транспортировка угля, смерзаемость, экономическая эффективность, инвестиции, логистическая система, Забайкальский край, ПАО «ППГХО», NPV, интегральный критерий.

Keywords: Coal transportation, freezing, economic efficiency, investments, logistics system, Trans-Baikal Territory, JSC "PPGHO", NPV, integral criterion.

Введение

Угольная промышленность является базовым сектором топливно-энергетического комплекса России. В условиях глобальной волатильности цен на энергоносители, санкционного давления и необходимости переориентации экспортных потоков на восток, ключевым фактором конкурентоспособности угледобывающих предприятий становится минимизация логистических и транспортных издержек. Доля транспортной составляющей в конечной цене угля, особенно для удаленных месторождений, достигает 50-70%. При этом существующие системы транспортирования на многих предприятиях характеризуются высокой энергоемкостью, моральным износом оборудования и неоптимальной маршрутной сетью [1, 2].

Особую остроту проблема приобретает в регионах с резко-континентальным климатом. Ежегодно при перевозках смерзающихся грузов, в частности каменного угля, предприятия несут значительные потери из-за простоев подвижного состава, дополнительных маневровых работ, размораживающих операций, а также поломок технических средств [3]. В связи с этим выбор оптимального технологического решения для предотвращения смерзания угля является актуальной научно-практической задачей для всех участников процесса.

Несмотря на значительное количество работ в области экономики транспорта и логистики, существующие методики слабо учитывают климатические риски (смерзаемость), градообразующий статус предприятия и необходимость многокритериального сравнения разнородных вариантов транспортировки. Данное исследование направлено на восполнение этого пробела.

Материалы и методы

Объектом исследования является процесс выгрузки и доставки угля в зимний период на участке «Уртуйский разрез – Краснокаменская ТЭЦ» ПАО «ППГХО». Предметом исследования выступают экономические отношения и методы оценки, возникающие при выборе вариантов совершенствования транспортировки угля.

Методологической базой послужили общенаучные принципы системного анализа, теория эффективности инвестиционных решений, логистический подход к управлению цепями поставок, а также нормативно-правовые акты РФ в области промышленной и тарифной политики.

Основные результаты исследования получены с использованием следующих подходов:

1. **Инвестиционный подход** – оценка проектов транспорта угля на основе показателей NPV (чистая дисконтированная стоимость), IRR (внутренняя норма доходности), срока окупаемости, DPP.
2. **Логистический подход** – минимизация общих затрат (TCO) при заданном уровне сервиса, устранение потерь (Lean-транспорт), маршрутизация с GPS-мониторингом.

Для решения поставленных задач в работе был разработан и применен алгоритм сравнительного анализа, состоящий из восьми последовательных этапов: от сбора исходных данных до многокритериальной оценки и выбора оптимального варианта.

Результаты и их обсуждение

1. Теоретическое обоснование и классификация факторов

На основе анализа определений, предложенных А.Н. Родниковым, В.И. Сергеевым, М.Е. Залуцким, в работе уточнено авторское определение логистической системы

угледобывающего предприятия. Это совокупность технологически и экономически взаимосвязанных элементов (добычные участки, транспортные коммуникации, склады, перегрузочные пункты, потребители), обеспечивающих управление материальным потоком угля от забоя до конечного потребителя с заданными показателями качества, времени и затрат, функционирующая в условиях неопределённости внешней среды [4].

Ключевым результатом теоретического этапа стала разработка классификации факторов, влияющих на транспортировку угля, с разделением на внешние и внутренние. Для условий Забайкальского края в качестве ключевых факторов, определяющих эффективность инвестиций, выделены:

- **Климатические** (температура до -45°C, вызывающая смерзаемость и увеличивающая время доставки на 20-30%).
- **Инфраструктурные** (удаленность размораживающего пункта на 25,7 км при производстве маневровой работы от ТЭЦ, что создает дополнительные логистические плечи и простои при размораживании вагонов).

2. Разработка системы показателей

Авторами предложена трехуровневая система показателей для сравнительного анализа вариантов транспортировки (табл. 1).

Таблица 1

Система показателей для сравнительного анализа вариантов транспортировки угля

Группа показателей	**Наименование показателя**	**Целевое значение**
Технико-эксплуатационные	Время доставки (Т), час	Снижение на 40%
	Коэффициент смерзаемости ($K_{см}$)	0 (исключение)
	Потери угля ($П_{уг}$), %	< 0,5%
Экономические	Себестоимость транспортировки 1 т ($C_{тр}$), руб./т	Минимум
	NPV, млн руб.	> 0
	IRR,%	> WACC
Интегральные	Коэффициент надежности поставок Кнад	→1
	Интегральные затраты ($I_{инт}$), руб/т.	Минимум

Особенностью предложенной системы является введение в технико-эксплуатационную группу **коэффициента смерзаемости (Ксм)**, который позволяет количественно оценить влияние низких температур на время доставки:

$$Ксм = \frac{(tразмор - tнорм)}{tнорм}, \quad (1)$$

где $t_{размор}$– фактическое время разморозки груза;

$t_{норм}$– нормативное время разморозки (принимается по отраслевым нормативам).

Для интегральной оценки вариантов предложен показатель **интегральных затрат**, учитывающий как прямые издержки, так и потери от рисков и надежность системы:

$$I_{инт} = \frac{(Zпрямые + Lуд)}{K}, \quad (2)$$

где $Z_{прямые}$ – прямые затраты на транспортировку, руб./т;

$L_{уд}$ – удельные потери от рисков (простои, смерзание), руб./т;

$K_{над}$ – коэффициент надежности поставок.

3. Апробация разработанной методики

Апробация проводилась на примере трех альтернативных вариантов транспортировки угля для нужд Краснокаменской ТЭЦ с годовым объемом перевозки 2,5 млн тонн (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика альтернативных вариантов транспортировки

Параметр	**Вариант А (Ж/Д)**	**Вариант Б (Конвейер)**	**Вариант В (Авто)**
Суть варианта	Модернизация размораживающего пункта	Строительство стационарной ленты (~26 км)	Закупка самосвалов с подогревом
CAPEX, млн руб.	150	3 500	800
Прямые затраты, руб./т	450	420	510
Кнад	0,65	0,92	0,70
Lуд, руб./т	85	12	63

Диагностика текущей системы показала, что ежегодные прямые потери от смерзаемости при железнодорожной транспортировке составляют 55,08 млн руб. (включая 43,30 млн руб. на маневровые часы и 11,78 млн руб. на перерасход топлива). Расчет показателей эффективности представлен в таблице 3.

Таблица 3

Сводные результаты сравнительного анализа

Показатель	**Ж/Д (А)**	**Конвейер (Б)**	**Авто (В)**
NPV, млн руб.	-17,9	-2 945,8	-703,1
IRR, %	~8,5%	< 0%	< 0%
$I_{инт}$, руб./т	823	470	819
Рейтинг	3	1	2

На основе расчета интегрального критерия Iинт лучшим признан **конвейерный транспорт** ($I_{инт}$=470), так как он обеспечивает наибольшую надежность ($K_{над}$=0,92) и минимальные потери от рисков. Несмотря на высокие капитальные затраты, в условиях градообразующего предприятия критерий надежности поставок является приоритетным, так как перебои с топливом несут прямую социально-экономическую угрозу для города Краснокаменск.

Однако, учитывая значительную удаленность карьера от ТЭЦ и высокую стоимость строительства конвейера, в качестве рекомендуемого для немедленного внедрения рассматривается модернизированный железнодорожный вариант с применением противоморозных реагентов и оптимизацией логистических операций, что позволит снизить потери на 40-50% без колоссальных капитальных вложений.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1. Разработанный алгоритм сравнительного анализа, включающий технико-эксплуатационные, экономические и интегральные показатели, позволяет обоснованно выбирать вариант транспортировки угля в условиях экстремального климата.
2. Впервые в методический аппарат введен коэффициент смерзаемости, позволяющий количественно оценивать влияние климатических рисков на экономику перевозок.

3. Апробация на ПАО «ППГХО» показала, что учет надежности поставок ($К_{над}$) принципиально меняет приоритеты выбора: минимальные интегральные издержки достигаются не за счет минимизации текущих затрат, а за счет снижения рисков срыва теплоснабжения.

4. Внедрение предложенных рекомендаций позволит предприятию снизить ежегодные потери от смерзаемости на 40-50% и повысить финансовую устойчивость без наращивания объемов добычи.

Разработанный инструментарий может быть тиражирован на другие предприятия теплоэнергетики и угольной промышленности, находящиеся в аналогичных климатических условиях (Сибирь, Дальний Восток, Крайний Север).

Список литературы:

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. – М.: Дашков и К°, 2020. – 484 с.
2. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 976 с.
3. Ржевский В.В., Татаров А.С. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. – М.: Недра, 2018. – 512 с.
4. Лозинская М.А. Логистика в угольной промышленности: управление углепотоками. – Кемерово: КузГТУ, 2021. – 180 с.
5. Ревазов В.В., Нехаев А.Г. Экономическая оценка инвестиций в угольной промышленности. – М.: Горная книга, 2017. – 240 с.