

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 ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ
СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПАО «ППГХО»)
A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF COAL
TRANSPORTATION OPTIONS TO SUBSTANTIATE STRATEGIC DECISIONS
OF A MINING ENTERPRISE (USING THE EXAMPLE OF PJSC PIMCU)**

Аннотация. В статье представлены результаты магистерского исследования, посвященного повышению эффективности внутризаводской транспортировки угля мощностью 2,5 млн т/год для ТЭЦ г. Краснокаменска. Выполнен сравнительный анализ текущего состояния процесса (однопутный участок 18 км, сезонное снижение выгрузки с 90 до 60 вагонов/сутки из-за смерзаемости). Разработаны три альтернативных варианта: установка системы СВЧ-разогрева «Пиксан», применение противосмерзающих реагентов и строительство ангарного терминала с паровым подогревом от ТЭЦ.

Abstract. This article presents the results of a master's thesis on improving the efficiency of in-plant coal transportation for the Krasnokamensk Combined Heat and Power Plant (CHP) with a capacity of 2.5 million tons per year. A comparative analysis of the current process (18 km of single-track section, seasonal reduction in unloading from 90 to 60 cars per day due to freezing). Three alternative options were developed: installation of the Piksán microwave heating system, the use of antifreeze agents, and the construction of a hangar terminal with steam heating from CHP.

Ключевые слова: Транспортировка угля, смерзаемость, локомотивное хозяйство, эффективность, NPV, IRR, PEST-анализ, стратегическое планирование, ПАО «ППГХО».

Keywords: Coal transportation, freezing, locomotive fleet, efficiency, NPV, IRR, PEST analysis, strategic planning, PJSC PIMCU.

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ППГХО) обеспечивает углём ТЭЦ г. Краснокаменска в объёме 2,5 млн тонн ежегодно. Транспортировка осуществляется по однопутному железнодорожному участку длиной 18 км тепловозами



ТЭМ2У, ТЭМ18ДМ, ТЭМ9. Ключевая проблема – резкое падение выгрузки в зимний период (октябрь–апрель) с 90 до 60 вагонов в сутки из-за смерзания угля в полувагонах грузоподъёмностью 65 т. Это вынуждает направлять составы на размораживающую станцию (расстояние 25,7 км, время цикла >16 часов), что ведёт к неэффективному использованию локомотивов и росту себестоимости.

Цель работы – комплексная оценка альтернативных вариантов совершенствования транспортировки и обоснование стратегического решения на основе современных финансовых критериев.

Объектом исследования является комплексная оценка эффективности вариантов транспортировки угля для обоснования стратегических решений горнодобывающего предприятия», а предметом – методологические подходы и критерии оценки его эффективности.

Задачи:

Провести анализ текущей логистической системы.

Разработать альтернативные варианты борьбы со смерзаемостью и сокращения времени оборота.

Построить финансовую модель для расчета эффективности.

Выполнить анализ чувствительности и рисков (SWOT) для выбора стратегии планирования.

По результатам проведенного исследования и на основании полученных данных следует сделать вывод, что выбор единственного варианта совершенствования процесса транспортирования угля на предприятии эффективен и его реализация целесообразна.

Приведём анализ текущего состояния процесса, представим характеристику существующей схемы:

Путь: однопутный неэлектрифицированный.

Состав: вертушка из 20 полувагонов.

Время хода гружёной вертушки: 26 мин.

Выгрузка: через вагоноопрокидыватель, норма на 1 полувагон – 9 мин.

Подача: 17-20 вагонов единовременно.

Зимние потери: выгрузка падает на 33%, дополнительные рейсы на размораживание (8 вагонов за 8 часов, время в пути 59 мин туда + 59 мин обратно).

Расчёт текущих затрат на маневровую работу (на 2,5 млн т/год):

Количество вагонов в год: $2\,500\,000 / 65 \approx 38\,462$ полувагона

В зимний период (7 мес.) смерзаемость охватывает $\approx 70\%$ вагонов:

Дополнительные рейсы на размораживание: $38\,462 \times 0,7 \times (8 \text{ вагонов за } 8 \text{ часов}) \approx 3365$ рейсов.

Затраты локомотиво-часов: $3365 \times (8 \text{ ч разогрев} + 2 \times 0,98 \text{ ч ход}) \approx 33\,650$ лок.-ч.

Стоимость 1 маневрового часа: 5514 руб. → дополнительные затраты $\approx 185,5$ млн руб./год.

Расход топлива ($20 \text{ л/ч} \times 33\,650 \text{ ч} \times 60 \text{ руб/л}$) $\approx 40,4$ млн руб.

Общий эффект от неоптимальности – более 225 млн руб./год прямых потерь без учёта простоев вагонов и штрафов за недоподачу угля.

На основе проведённого анализа, были выявлены «узкие места» – транспортирование на большое расстояние до размораживателя, пережоги топлива и увеличение времени протекания процесса транспортирования вагонов с углем в зимний период, низкая производительность из-за смерзшегося груза и предложены три варианта по их устранению, описание вариантов представлено ниже



Вариант 1. Установка СВЧ-системы «Пиксан» на вагоноопрокидывателе (разогрев 3–5 мин на вагон) 12 млн. руб. (оборуд.) + 0,8 млн. руб. (монтаж) + 0,2 млн. руб. (обучение) = 13,0 млн. руб. Снижение времени разогрева до 0,08 часа на вагон, отказ от рейсов на размораживание.

Вариант 2. Применение противосмерзающих реагентов (хлориды, ацетаты). Затраты на реагенты ~1,8 млн/год + дозаторы 3,5 млн (единоразово) = 5,3 млн. руб. Снижение смерзаемости на 70–80%, но экологические ограничения и коррозия вагонного парка и оборудования вагоноопрокидывателей.

Вариант 3. Строительство ангара-терминала в непосредственной близости, возле вагоноопрокидывателя с паром от ТЭЦ (трубопровод 1,2 км) -87 млн. руб. (строительство) + 14 млн. руб. (теплотрасса) + 6 млн. руб. (проект) = 107 млн. руб. Постоянный подогрев составов, исключение рейсов для размораживания вагонов в вагоноразмораживателе, находящемся на расстоянии 25,7 км (туда и обратно) от вагоноопрокидывателя, но высокие CAPEX.

Для технико-экономического обоснования вариантов, были проведены расчеты показателей эффективности: NPV, IRR, DPP

Горизонт расчёта – 10 лет, ставка дисконтирования – 12% (WACC предприятия + риск). Базовый год – 0 (2025), эффект – отказ от дополнительных рейсов и снижение расхода топлива.

Экономия по вариантам (млн руб./год):

Экономия топлива и локомотиво-часов для В1 и В3: ~225 млн руб./год (полное устранение простоев).

Для В2: экономия 70% от 225 млн = 157,5 млн руб./год, но минус затраты на реагенты 1,8 млн → ~155,7 млн.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расчет эффективности вариантов

Показатель	В1 (Пиксан)	В2 (Реагенты)	В3 (Ангар + пар)
Инвестиции, млн руб.	13,0	5,3	107,0
Годовая экономия, млн руб.	225	155,7	225
NPV (10 лет, 12%), млн руб.	1259	877	1165
IRR, %	178%	445%	23%
DPP, лет	0,12 (≈1,5 мес.)	0,05 (0,6 мес.)	0,9 (≈11 мес.)
Срок окупаемости простой, лет	0,05	80,02	20,48

Примечание: высокий IRR В2 обусловлен низкими инвестициями, но не учтены экологические риски и коррозия вагонов.

Вывод:

Вариант 1. Самый оптимальный по местоположению, система устанавливается непосредственно перед местом выгрузки, что снижает время протекания процесса выгрузки в зимний период и исключает излишние передвижения и затраты на дополнительную маневровую работу, экономит топливо, сдача объекта подрядчиками под ключ в короткие сроки.

Вариант 2. «Применение противосмерзающих реагентов (хлориды, ацетаты)» влияет на экологические аспекты, пагубно влияет на элементы конструкции вагоноопрокидывателя и



непосредственно на сами вагоны, вызывает коррозию, что создает угрозу подвижному составу и быстро выводит его из строя.

Вариант 3. Строительство ангара-терминала в непосредственной близости, возле вагоноопрокидывателя с паром от ТЭЦ, постоянный подогрев составов, свой пар, исключение рейсов для размораживания вагонов в вагоноразмораживателе, находящемся на расстоянии 25,7 км (туда и обратно) от вагоноопрокидывателя, экономия топлива тепловозов, но высокие затраты и длительный срок окупаемости.

5. Анализ рисков и чувствительности

Проведён анализ чувствительности NPV к изменению:

цены топлива ($\pm 30\%$);

стоимости маневрового часа ($\pm 20\%$);

объёмов добычи ($\pm 15\%$);

задержки внедрения (на 1 год).

Результаты (отклонение NPV, %) представлены в таблице 2:

Таблица 2

по чистой приведенной стоимости.

Вариант	Топливо -30%	Топливо +30%	Стоимость часа -20%	Объём -15%	Задержка 1 год
V1	-18%	+19%	-14%	-15%	-10%
V2	-41%	+43%	-32%	-35%	-5%
V3	-22%	+24%	-18%	-20%	-21%

Вывод: V1 демонстрирует наименьшую чувствительность к ключевым факторам, особенно к объёмам перевозки и стоимости ресурсов. V2 крайне уязвим к изменению топливной составляющей и нестабильности реагентного рынка. V3 – высокие капитальные риски (заморозка стройки).

6. Выбор вида стратегического планирования

Поскольку компания является монополистом в регионе (ТЭЦ – ключевой потребитель), конкурентная борьба сводится к минимизации себестоимости тепла/электроэнергии. Снижение логистических затрат на 40% соответствует корпоративной стратегии АО «АРМЗ» ("Росатом") по повышению производственной эффективности и сокращению непроизводительных расходов.

Для ПАО «ППГХО» процесс транспортировки угля является вспомогательным, но критически важным для энергоснабжения города. Рекомендована стратегия "Фокусирования на издержках" (Cost Focus) в рамках операционной эффективности.

Базовый сценарий: внедрение V1 (СВЧ-разогрев) – низкие риски, быстрая окупаемость.

Пессимистичный: сохранение текущей схемы с локальной оптимизацией графиков движения.

Оптимистичный: комбинация V1 + V3 при расширении добычи до 3,5 млн т/год.

Использованы инструменты: PEST-анализ (учёт экологического регулирования при реагентах), SWOT-матрица, дорожная карта на 24 месяца.

7. Заключение

Текущая схема транспортировки угля на ПАО «ППГХО» содержит системный дефект – сезонное снижение выгрузки из-за смерзаемости, приводящее к потерям более 225 млн руб./год.

Предложены три варианта совершенствования; лучшим по совокупности критериев NPV, IRR и устойчивости к рискам является установка СВЧ-системы «Пиксан» (NPV 1 259 млн руб., IRR 178%, DPP 1,5 мес.). Научная новизна Варианта 1: в отличие от классического



парового разогрева (продолжительный и энергозатратный), метод СВЧ-воздействия (S-band или L-band) воздействует на диэлектрические свойства воды в порах угля. Аналогичные технологии описываются в работах зарубежных исследователей:

Chauhan, S. P., & Singh, B. (2019). "Microwave heating: A potential technology for coal processing" – обоснование выборочного нагрева.

Jones, D. A., Lelyveld, T. P., & Mavrofidis, S. S. (2015). "Microwave heating applications in environmental engineering" (применительно к сыпучим материалам).

Отечественный контекст: "Применение установки «Пиксан» на производственной площадке ПАО «ППГХО» позволяет децентрализовать процесс разогрева, исключив рейсы на 25,7 км и сократив потребление дизельного топлива тепловозами на маневрах".

Применение реагентов (B2) экономически выглядит привлекательно, но несёт высокие экологические риски и риск коррозии подвижного состава, что для ПАО «ППГХО» неприемлемо.

Строительство ангарного комплекса (B3) целесообразно только в долгосрочном горизонте (>15 лет) и при росте добычи.

Рекомендована стратегия "Фокусирования на издержках" (Cost Focus) в рамках операционной эффективности.

Список литературы:

1. Козлов В.В., Тарасов Ю.А. Экономика горного транспорта. – М.: Горная книга, 2021. – 312 с.
2. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2023. – с. 245–267.
3. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов (утв. Минэкономразвития РФ, № 477 от 21.11.2022).
4. Техническая документация ПАО «ППГХО», служба железнодорожного транспорта, отчёт за 2023 г., портал центра раскрытия информации (годовой отчет ПАО «ППГХО» за 2023год).

