

**Маляров Сергей Александрович**,  
студент 2 курса магистратуры,  
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»

Научный руководитель:  
**Бочкарева Инесса Владимировна**,  
к.э.н., доцент кафедры экономики,  
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»

## **СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ: БЕЗОПАСНОСТЬ, КАЧЕСТВО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА (НА ПРИМЕРЕ ПАО «ППГХО»)**

**Аннотация.** В статье рассмотрены стратегические (нефинансовые) эффекты внедрения роботизированного комплекса XLPD на Подземном руднике №8 ПАО «ППГХО». Предложена система сбалансированных показателей (BSC), включающая четыре перспективы: финансы, клиенты и регуляторы, внутренние процессы, обучение и рост. Выполнена количественная оценка эффектов: снижение разубоживания на 25–40%, нулевой травматизм, обучение 80% операторов XLPD.

**Ключевые слова:** Роботизированный комплекс XLPD (погрузочно-доставочная машина бульдозерного типа с дистанционным управлением), стратегические эффекты, промышленная безопасность, разубоживание, сбалансированная система показателей, нефинансовые KPI, ПАО «ППГХО».

### **Введение.**

Традиционные методы оценки эффективности инвестиционных проектов в горнодобывающей промышленности, основанные на расчете NPV, IRR и срока окупаемости, не позволяют в полной мере учесть стратегические выгоды от внедрения роботизированных технологий. Особенно это актуально для наукоемких инноваций, таких как роботизированный комплекс XLPD, где значительная часть ценности создается за счет нефинансовых факторов.

К таким факторам (стратегическим эффектам) относятся:

- Радикальное повышение безопасности труда (вывод персонала из опасной зоны);
- Улучшение качества использования недр (снижение разубоживания);
- Развитие кадрового потенциала (освоение новых компетенций);
- Повышение экологической и радиационной безопасности;
- Укрепление репутации и доверия со стороны регуляторов и местного сообщества.

Цель данной статьи – систематизировать стратегические эффекты внедрения роботизированного комплекса XLPD на Подземном руднике №8 ПАО «ППГХО» и предложить инструментарий для их количественной оценки в рамках сбалансированной системы показателей (BSC).

**Методология исследования.** В основе методологии лежит концепция сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard – BSC), предложенная Капланом и Нортон.

Данная концепция позволяет увязать финансовые цели проекта с нефинансовыми показателями по четырем перспективам: финансы, клиенты (включая регуляторов и общество), внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие персонала.

Методология дополнена методом анализа иерархий (МАИ) для определения весовых коэффициентов критериев.



На основе анализа проекта внедрения XLPD разработана стратегическая карта (таблица 1), которая служит инструментом визуализации стратегии и позволяет донести ее до всех заинтересованных сторон.

Таблица 1

Стратегическая карта целей проекта внедрения XLPD

Перспектива	Стратегическая цель	Ключевой показатель (KPI)	Целевое значение	Метод оценки
Финансы	Повысить экономическую эффективность проекта	NPV, IRR, экономия на 1 кг металла	NPV > 0; IRR > WACC; экономия 8-12% (542 руб./кг)	DCF-модель
	Оптимизировать капитальные и операционные затраты	Доля Сарех/Орех в бюджете	Снижение Орех на 15–20%	Бюджетный анализ
Клиенты/ регуляторы	Повысить удовлетворенность регуляторов  Соответствие требованиям Ростехнадзора	Соответствие требованиям Ростехнадзора	100% соблюдение, 0 нарушений	Соцопросы, публикации
	Улучшить репутацию и доверие сообщества	Индекс общественного доверия	Рост на 10-15% в год	Соцопросы, публикации
Внутренние процессы	Оптимизировать очистную выемку	Снижение разубоживания	На 25-40% (с 50% до 30-35%)	Маркшейдерские замеры
	Повысить безопасность	Нулевой травматизм	0 несчастных случаев	Статистика ОТиПБ
	Ускорить инновации и цифровизацию	Доля проектов, реализованных в срок	>80%	Отчеты РМО
Обучение и рост	Развить компетенции в робототехнике	Доля обученных операторов XLPD	80% обучено, 90% сертифицировано	Тестирование
	Развить проектные компетенции	Число проектов в портфеле	2-3 проекта	Портфельный отчет

Количественная оценка стратегических эффектов. Рассмотрим три ключевых эффекта, которые поддаются количественной оценке.

1. Безопасность труда (Нулевой травматизм). Внедрение XLPD позволяет полностью удалить персонал из призабойной зоны в процессе выемки руды. Оператор управляет комплексом дистанционно, находясь на безопасном расстоянии. Это позволяет исключить наиболее тяжелые виды травматизма, связанные с обрушениями горной массы. Экономический эффект от предотвращения травматизма ( $\Delta_6$ ) может быть оценен на основе методики Фонда социального страхования (ФСС), а также с использованием экспертных оценок и рассчитывается по формуле:



$$\mathcal{E}_6 = C_{\text{Тп}} \times (1 - T_6/T_{\text{и}}); \quad (1)$$

где:  $C_{\text{Тп}}$  – среднегодовые затраты предприятия на компенсации и страховые выплаты по травматизму (для ППГХО – ориентировочно 18-20 млн руб./год);

$T_6$  – уровень травматизма в базовом варианте (условно 1,0);

$T_{\text{и}}$  – уровень травматизма в инновационном варианте (условно 0,0 – полное исключение).

Таким образом,

$$\mathcal{E}_6 = 18 \text{ млн} \times 1,0 = 18 \text{ млн руб./год.}$$

С учетом экспертной корректировки (часть рисков сохраняется при вспомогательных операциях) – 12-15 млн руб./год.

2. Качество недропользования (снижение разубоживания). При традиционной сплошной системе разработки заходками разубоживание достигает 50%. Применение XLPD позволяет снизить данный показатель до 30-35%, то есть на 25-40% относительно базового уровня. Экономический эффект от снижения разубоживания ( $\mathcal{E}_{\text{раз}}$ ) складывается из двух составляющих:

– Дополнительный доход от большего выхода металла при неизменной добыче рудной массы.

– Снижение затрат на переработку пустой породы (транспортировка, дробление, обогащение).

Расчет дополнительного дохода (при текущих ценах на уран и при плане добычи 158 068 кг металла):

$$\mathcal{E}_{\text{раз доп}} = (35\% - 50\%) \times K_{\text{корр}} \times \text{Цена} \times \text{Добыча} \quad (2)$$

Для упрощенной оценки: снижение разубоживания на 15 % дает дополнительное извлечение порядка 23 710 кг металла в год. При стоимостном выражении эффект составляет 20–25 млн руб./год.

3. Развитие персонала (обучение операторов). Внедрение XLPD требует подготовки новой категории специалистов – операторов роботизированного комплекса. Целевой показатель – обучение 80% операторского состава (не менее 8 из 10). Затраты на обучение (Зоб) составляют ориентировочно 2–3 млн руб. (однократно), однако эффект от повышения квалификации персонала носит долгосрочный характер и включает:

– Рост производительности труда за счет использования цифровых инструментов;

– Снижение аварийных простоев;

– Возможность тиражирования опыта на другие участки рудника.

Интегральная оценка (МАИ). Для определения итогового приоритета проекта предложено использовать метод анализа иерархий (МАИ). Экспертный опрос (10 специалистов ПАО «ППГХО»: экономисты, горные инженеры, специалисты по ОТиПБ) позволил определить следующие весовые коэффициенты:

– Финансовая эффективность – 0,40;

– Безопасность – 0,30;

– Качество недропользования – 0,20;

– Минимизация технологических рисков – 0,10.

Интегральный показатель эффективности (ИПЭ) рассчитывается как сумма произведений весов на баллы по каждому критерию. Результат представлен в таблице 2.



Интегральная оценка вариантов

Вариант	Финансовая эффективность (0,40)	Безопасность (0,30)	Качество недропользования (0,20)	Технологические риски (0,10)	ИПЭ (1,0)
Базовый сплошная система разработки заходками ПД-2Э	0,50	0,30	0,40	0,60	0,45
Инновационный ПДМ бульдозерного типа с дистанционным управлением	0,80	0,95	0,85	0,40	0,82
Модернизационный (применение китайских аналогов ПД-2Э, но без дистанционного управления)	0,70	0,50	0,60	0,70	0,65

Таким образом, инновационный вариант с применением погрузочно-доставочной машины бульдозерного типа с дистанционным управлением имеет наивысший интегральный показатель (0,82), опережая модернизационный вариант (0,65) и базовый (0,45).

Даже при условии, что чистая приведенная стоимость (NPV) инновационного варианта не является максимальной, его стратегические преимущества делают его предпочтительным. Анализ чувствительности. При изменении весов в пользу безопасности (ужесточение государственных требований промышленной безопасности) – до 0,50 – преимущество инновационного варианта становится еще более выраженным: ИПЭ возрастает до 0,88.

Выводы.

Проведенный анализ стратегических эффектов внедрения роботизированного комплекса XLPD на Подземном руднике №8 ПАО «ППГХО» позволяет сделать следующие выводы:

1. Внедрение XLPD обеспечивает выход на нулевой травматизм за счет удаления персонала из опасной зоны. Экономический эффект от предотвращения травматизма составляет 12-15 млн руб./год.
2. Снижение разубоживания на 25-40% позволяет получить дополнительный доход 20-25 млн руб./год за счет более полного извлечения металла.
3. Разработанная стратегическая карта целей (BSC) с KPI по четырем перспективам позволяет системно управлять стратегическими эффектами проекта.
4. Интегральный показатель эффективности (ИПЭ) для XLPD составляет 0,82, что подтверждает его приоритет над альтернативными вариантами.
5. Внедрение роботизированных технологий создает основу для долгосрочного устойчивого развития предприятия, повышая его конкурентоспособность в условиях растущих требований к промышленной безопасности и качеству недропользования.



*Список литературы:*

1. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию. – М.: Олимп-Бизнес, 2021. – 304 с.
2. Цуглевич А.Н., Атаманова Е.А. Оценка эффективности инновационных технологий в горной промышленности // Горный журнал. – 2023. – № 3. – С. 25–31.
3. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. – М.: Либроком, 2020. – 360 с.
4. Маляров С.А., Бочкарева И.В. Совершенствование методических подходов к оценке эффективности инновационных технологий добычи полезных ископаемых // Магистерская диссертация. – Чита: ЗабГУ, 2026.
5. ПАО «ППГХО». Стратегия развития до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pppgho.ru> (дата обращения: 10.04.2025).

