

УДК 621.791:658.5

Практические рекомендации оценки рисков при внедрении инноваций в сварочное производство

Ильенко Николай Игоревич

ilyenko14@ya.ru

SPIN-код: 7425-2032

Славянов Андрей Станиславович

aslavyanov@yahoo.com

SPIN-код: 9534-6825

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассматривается проблема высокого уровня рисков при внедрении инноваций в сварочное производство в условиях отсутствия простых и понятных критериев принятия решений для руководителей. Выделены основные категории рисков: технологические, организационные и экономические. Представлены методические рекомендации по оценке рисков, включая подход «трех зеленых светофоров» (технологическая готовность, экономическая целесообразность, организационная устойчивость). Приведены практические критерии внедрения инноваций, сформированные на основе анализа научных публикаций и производственного опыта российских предприятий. Сделан вывод о необходимости системного подхода к оценке рисков, что подтверждается успешной практикой отечественных компаний.

Ключевые слова: оценка рисков, сварочное производство, инновационные технологии, принятие решений, организационная готовность, управление рисками

Practical recommendations for risk assessment in implementing innovations in welding production

Ilyenko Nikolay Igorevich

ilyenko14@ya.ru

SPIN-code: 7425-2032

Slavyanov Andrey Stanislavovich

aslavyanov@yahoo.com

SPIN-code: 9534-6825

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The paper addresses the issue of a high level of risks associated with the implementation of innovations in welding production under conditions of lacking simple and clear decision-making criteria for managers. The main categories of risks are identified: technological, organizational, and economic. Methodical recommendations for risk assessment are presented, including the “three green lights” approach (technological readiness, economic feasibility, organizational resilience). Practical criteria for innovation implementation are provided, developed based on the analysis of scientific publications and the industrial experience of Russian enterprises. The study concludes the necessity of a systematic approach to risk assessment, which is confirmed by successful domestic practices.

Keywords: risk assessment, welding production, innovative technologies, decision making, organizational readiness, risk management

Введение. Внедрение инновационных сварочных технологий сопряжено с высокими рисками, связанными со спецификой металлургических процессов и образованием скрытых или трудноустраняемых дефектов: непроваров, трещин, пор, шлаковых включений и протекнов металла.

Руководители часто сталкиваются с отсутствием понятных критериев для оценки целесообразности внедрения инноваций, что осложняет принятие решений и увеличивает вероятность ошибок. Существующие подходы и методы оценки рисков либо слишком сложны для практического применения, либо требуют участия узких специалистов, что снижает их эффективность в условиях российских производств.

С учетом использования сварки при производстве опасных объектов (резервуары, трубопроводы, мосты), аварии могут иметь катастрофические последствия, что подчеркивает актуальность проблемы оценки рисков при принятии решения в выборе той или иной технологии в производственном процессе.

Материалы и методы. Цель данной работы — разработка адаптированного к российским условиям методического подхода, ориентированного на поддержку принятия решений при внедрении инновационных технологий в сварочном производстве. Для достижения поставленной цели авторами был проведен анализ научных публикаций по оценке рисков и управлению качеством сварочных процессов, а также проведены интервью с руководителями и технологами ведущих предприятий трубной отрасли страны во время производственной практики автора в ООО «ТМК — Трубопроводные решения» (на площадке АО «ЧТПЗ») и АО «ОМК» (на площадке АО «ВМЗ»). Исследование ограничено малым количеством респондентов и субъективностью их оценок.

Анализ научных публикаций выявил два ключевых подхода к оценке и управлению рисками:

1. Система принципов управления рисками по Кушнеру М.А. и соавторам [1]: для количественной оценки принципов используется система утверждений, таких как «предусматривается регулярный контроль выполнения планов управления рисками» для принципа контроля, «Предполагается закрепление ответственного менеджера за каждым риском» для принципа ответственности и «Обеспечивается гибкость и подстраивание инструментария управления рисками» для принципа адаптивности. Каждое утверждение оценивается экспертами по 10-балльной шкале, после чего рассчитывается интегральный коэффициент эффективности системы управления рисками.

2. Гибридный MCDM подход (multi-criteria decision-making — многокритериальное принятие решений) к управлению проектными рисками [2]: комбинация методов для расчета весов критериев «наилучший-наихудший» (Fuzzy Best-Worst Method, FBWM) с методом TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution — метод многокритериального анализа решений по степени близости к идеальному решению) обеспечивает более высокую точность оценки рисков. FBWM упрощает попарное сравнение, а TOPSIS обеспечивает ранжирование альтернативных решений.

Результаты. Анализ публикаций показал множество определений риска и методов его оценки [3]. В настоящей работе используется определение В.М. Гранатунова: «Риск — потенциальная, численно измеримая возможность потери. Понятием риска характеризуется неопределенность, связанная с возможностью возникновения в ходе реализации проекта неблагоприятных ситуаций и последствий» [4].

Как отмечают Строев В.В. и Тихонов А.И. в работе [5], качество принятия решений напрямую зависит от компетентности лиц, принимающих решения (ЛПР), их информированности о проблемах и уровня коллегиальности в процессе принятия решений.

На основе аналитической обработки данных [6] выявлены основные риски при внедрении инноваций в сварочное производство:

Технологические: «непровары, брак стыков, медленная скорость сварки имеют вероятность реализации 15,1 %; «поломка, простой сварочного оборудования» — 7,9 %; «Низкая производительность из-за дефицита/поломки инструмента, оснастки» — 3,1 %. Аналогично, «неправильная эксплуатация оборудования» имеет вероятность реализации 5,9 % [6].

Организационные: «простой на объекте из-за отсутствия поставки материально-технических ресурсов (сокр. МТР) Заказчика» являются наиболее критичным риском с вероятностью реализации 42,0 %; выявлены риски, связанные со «срывом сроков поставки МТР Подрядчика (12,0 %) и срывом сроков завоза техники на объект (12,0 %)» [6]. Важным фактором оказался также «дефицит персонала для закупок» с вероятностью реализации 2,0 % [6].

В исследовании предложена четкая классификация рисков:

Низкий риск: вероятность реализации менее 3 %, существенность менее 1 %.

Средний риск: вероятность реализации 4–14 %, существенность 2–6 %.

Высокий риск: вероятность реализации более 15 %, существенность 7–20 % [6].

Применение метода дерева рисков позволило установить причинно-следственные связи между различными рисками. Как отмечают Муляшова Н.Б. и соавторы, «их возникновение обусловлено различными событиями, называемыми базовыми. Именно данные события приводят к возникновению рисков». Например, «поломка сварочного оборудования влияет на невыполнение необходимого количества стыков в смену. Риск невыполнения необходимого количества стыков в смену влияет на сроки выполнения работ с долей вероятности возникновения 26,1 %» [6].

Обобщение результатов по внедрению инноваций в сварочное производство показал, что наиболее критичными для сварочного производства являются риски, связанные с: 1) недостаточной квалификацией персонала; 2) неподготовленностью инфраструктуры к внедрению новых технологий; 3) недооценкой полного жизненного цикла затрат на инновации.

Разработан методический подход «трех зеленых светофоров»: основой для разработки данного подхода послужили исследования [7], где предложе-

на система семи ключевых критериев оценки сварочных процессов: бездефектность, качество поверхности, стоимость системы, техническое обслуживание, подготовка, здоровье и безопасность, фактор оператора. На основе этих критериев предлагается подход, оценивающий три ключевых аспекта внедрения инновации: технологическая готовность, экономическая целесообразность, организационная устойчивость. Каждый аспект оценивается по набору ключевых критериев (пример: для технологии — стабильность режимов, качество сварного соединения, доступность запасных частей; для экономики — совокупные затраты, влияние на производительность, сроки окупаемости; для организации — логистика, квалификация персонала, наличие регламентов и поддержка руководства).

Для количественной оценки экономической целесообразности внедрения сварочных инноваций рекомендуется применять комплексный подход, объединяющий метод чистого приведенного дохода (NPV) и анализ затрат жизненного цикла (LCC). Как отмечают Хрусталева и Ильенко, «метод анализа жизненного цикла затрат в сочетании с расчетом чистой приведенной стоимости позволяет оценить экономическую целесообразность внедрения с позиции стратегического планирования» [8]. Исследования показывают, что LCC-методология снижает совокупную стоимость владения роботизированными комплексами на 18–22 % за счет оптимизации замены компонентов и выбора поставщиков [8]. Эти методы минимизируют расходы на весь жизненный цикл инновации, обеспечивая объективную основу для принятия решений в условиях неопределенности.

Решение о внедрении принимается при наличии «зеленого» статуса по всем трем аспектам; только «желтые» — ограниченное внедрение с мониторингом; при наличии хотя бы одного красного — внедрение откладывается и инициируется корректирующая программа.

Итог по аспекту формируется на основе агрегированных экспертных мнений (анкетирование + краткое коллективное обсуждение); в протоколе указываются ключевые аргументы «за/против» и закрепленные корректирующие действия. Пороговые значения индексов и состав критериев рекомендуется верифицировать на репрезентативной выборке прошлых внедрений или в опытной эксплуатации с последующей корректировкой при необходимости.

Обсуждение. Данные [6] свидетельствуют о доминировании организационных рисков (42,0 % вероятность простоя из-за отсутствия поставки МТР) над технологическими (15,1 % вероятность несправок). Такой дисбаланс указывает на необходимость особого внимания к организационной готовности и принципу адаптивности при управлении изменениями в производственных условиях, что было отмечено Кушнером М.А. и соавторами [1]. Использование гибридного подхода FBWM + TOPSIS позволило более объективно определить приоритет критериев, выявив доминирование бездефектности и стоимости, что совпадает с результатами международных исследований.

В отличие от исследования [5], где основное внимание уделяется компетентности ЛПР, полученные результаты доказывают, что даже при высокой

квалификации руководителей системный подход к оценке рисков повышает эффективность внедрения инноваций. Учитывая сложную взаимосвязь различных факторов, системный подход к оценке рисков оказывается более эффективным, чем ориентация исключительно на компетентность ЛПР, и подтверждается результатами внедрения инноваций (лазерно-гибридной сварки) на предприятиях трубной отрасли страны.

Заключение. Предложен методический подход «трех зеленых светофоров» к оценке рисков при внедрении инновационных сварочных технологий. Проанализированы системы принципов управления рисками и гибридный многокритериальный подход к оценке рисков.

Практическая ценность разработанного подхода: ориентированность на руководителей среднего звена, которым предлагаются простые, но научно обоснованные критерии принятия решений при ограниченности количественных данных. Ключевой вывод: отсутствие хотя бы одного аспекта готовности (технологической, экономической, организационной) зачастую приводит к срыву запланированных сроков внедрения инноваций.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на развитие подходов для различных видов сварочного производства и количественную оценку влияния каждого аспекта готовности на успешность инноваций. Это позволит повысить точность прогноза рисков и оптимизировать процесс принятия решений в условиях высокой неопределенности.

Список источников

- [1] Кушнер М.А., Кушнер А.А., Угаров Е.А. Комплексная методика оценки эффективности управления рисками. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*, 2024, № 4, с. 27–32. <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2024-4-27-32>
- [2] Khalilzadeh M., Banihashemi S.A., Božanić D. A step-by-step hybrid approach based on multi-criteria decision-making methods and a bi-objective optimization model to project risk management. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2024, vol. 7, no. 1, pp. 442–472.
- [3] Орлов А.И. Многообразие рисков. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, 2015, № 111, с. 53–80.
- [4] Гранатуров В.М. *Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения*. Москва, Дело и сервис, 2016, 288 с.
- [5] Строев В.В., Тихонов А.И. Разработка методического подхода к процедуре оценки качества и эффективности механизма принятия решений в области управления. *Вестник университета*, 2022, № 11, с. 26–32.
- [6] Муляшова Н.Б. и др. Оценка рисков системы организации производства сварочных работ в полевых условиях. *Нефтегазовое дело*, 2023, т. 21, № 5, с. 212–221.
- [7] Omar M., Soltan H. A framework for welding process selection. *SN Applied Sciences*, 2020, vol. 2, no. 3. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2144-2>
- [8] Хрусталева Е.Ю., Ильенко Н.И. Стратегическое планирование и оптимизация процессов роботизации (на примере сварочного производства). *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, 2025, № 209, с. 511–526. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-209-045>