УДК 331.45:622.235

Русметова Милена Владимировна, студентка
Габидуллина Гузель Фаилевна, доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии, канд. биол. наук
(УУНиТ, г. Уфа)
Milena Vladimirovna Rusmetova, student
Gabidullina Guzel Failevna, Associate Professor, Department of Production Safety and Industrial Ecology, Candidate of Biological Sciences
(Ufa University of Science and Technology, Ufa)

ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ РАНГОВОГО ВЫБОРА МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

ROBUSTNESS CHECK OF RANK-BASED SELECTION OF OCCUPATIONAL SAFETY MEASURES IN OPEN-PIT MINING

Аннотация. По одиннадцати критериям безопасности авторы проверили ранговое сравнение трех вариантов организации работ и исправили арифметическую ошибку исходного расчета. Выбор между ведущими вариантами зависит от одного критерия. Для обоснования решения предложили порядок проверки исходных оценок.

Abstract. We examined a rank-based comparison of three work organization options against eleven safety criteria and corrected an arithmetic error in the source calculation. The choice between the leading options depends on a single criterion. To substantiate the decision, we propose a procedure for checking the source scores.

Рабочая зона открытых горных работ меняется по мере их развития, перемещения техники и изменения состояния уступов. При выборе дополнительных мер безопасности согласуют организационные ограничения, техническую защиту и производственный контроль. Сопоставляемые решения различаются условиями применения, контролируемостью и требованиями к обслуживанию; для их сравнения используют многокритериальную балльную оценку.

Статьи 214 и 218 Трудового кодекса Российской Федерации обязывают работодателя выявлять опасности, оценивать и снижать профессиональные риски [1]. При выборе методов оценки ориентируются на рекомендации Минтруда России, утвержденные приказом от 28.12.2021 № 926 [2]. Обязательную нормативную основу для участка буровзрывных работ составляют федеральные нормы и правила по приказу Ростехнадзора от 03.12.2020 № 494 в действующей редакции [3]. Преимущество по баллам

не подтверждает соблюдения обязательных требований. Отдельно проверяют допустимость варианта.

Арифметическую корректность и устойчивость рангового выбора мер безопасности на участке открытых горных работ мы проверили по сравнительной таблице из выпускной квалификационной работы. Она содержит оценки трех вариантов по одиннадцати критериям. В статье анализируем обоснованность процедуры принятия решения. Параметры взрывных операций и устройство применяемой аппаратуры в предмет исследования не входят.

Вариант А обозначает сохранение существующей организации работ, Б — дополнительный дистанционный контроль в базовом исполнении, В — расширенное исполнение того же решения. Эти обозначения относятся к позициям исходной матрицы. Характеристик конкретного изделия они не удостоверяют. По материалам ВКР сохраняем исходные баллы; технические преимущества, которым соответствуют оценки, требуют самостоятельного документального подтверждения.

По трехбалльной шкале упорядочиваем состояния от наименее предпочтительного к наиболее предпочтительному: 1 — низшая оценка по критерию, 2 — промежуточная, 3 — высшая. Ранги значимости — от 1 до 11. Меньший номер означает больший вес. В исходной методике балл делят на ранг критерия, а затем складывают вклады:

$$P_j = \sum_{i=1}^{11} \frac{B_{ij}}{R_i} \qquad (1)$$

Здесь Pj — суммарная оценка j-го варианта; Bij — балл j-го варианта по i-му критерию; Ri — ранг значимости i-го критерия. Зависимость 1/Ri задает правило агрегирования, при котором первый критерий получает в одиннадцать раз больший вес, чем последний. Из самого порядка рангов такая зависимость однозначно не следует. Согласовать способ преобразования рангов в веса и явно зафиксировать его необходимо до рассмотрения результатов сравнения.

Суммы мы пересчитали без промежуточного округления, сопоставили вклады критериев и варьировали оценки, от которых зависит итоговая очередность вариантов. Отдельно проверили случай равных весов. Вероятность происшествия здесь не оцениваем. При исходной шкале расчеты характеризуют устойчивость решения, но не доказывают фактического снижения профессионального риска.

Таблица 1 — Исходная матрица сравнительных оценок

Ранг	**Критерий**	**А**	**Б**	**В**
1	Защита от ошибочного срабатывания	1	3	3
2	Удаление работника из опасной зоны	2	3	3
3	Контролируемость и обратная связь	1	3	3
4	Проверяемость состояния оборудования	2	3	3
5	Работоспособность при неблагоприятном климате	3	3	3
6	Соответствие принятой организации работ	2	2	3
7	Сокращение протяженности вспомогательных линий	1	3	3
8	Сокращение времени подготовительных операций	1	3	3
9	Совместимость с используемыми средствами	2	3	3
10	Автономность	3	3	3
11	Административная и эксплуатационная простота	3	3	3

Результаты арифметической проверки

Пересчет по формуле (1) дал следующие суммы: А — 4,82947; Б — 8,89297; В — 9,05963. После округления до двух знаков — 4,83; 8,89 и 9,06 соответственно. Исходное значение 5,33 для варианта А не воспроизводится по приведенным баллам. Исправление сохраняет порядок вариантов, но меняет величину различий. В сравнении используем исправленные суммы.

Нормируем результат на исходную шкалу от 1 до 3: каждую сумму делим на сумму обратных рангов — 3,01988. Взвешенные средние равны 1,59923 для А, 2,94481 для Б и 3,00000 для В. При нормировании очередность вариантов сохраняется. Максимальную оценку В получает потому, что по всем одиннадцати критериям ему присвоен балл 3; абсолютной безопасности решения она не доказывает.

Таблица 2 — Итоговые оценки вариантов

Показатель	**А**	**Б**	**В**
Суммарный показатель	4,82947	8,89297	9,05963
Взвешенная средняя оценка	1,59923	2,94481	3,00000
Место по исходной модели	3	2	1

По десяти критериям варианты Б и В совпадают; единственное различие приходится на шестой критерий: Б получил два балла, В — три. Разность суммарных показателей равна 1/6, или приблизительно 0,16667, что составляет около 1,87 % от суммы варианта Б. К снижению риска или росту надежности этот процент не относится: он выражает различие условных оценок.

Если после уточнения исходных сведений оценки Б и В по шестому критерию совпадут, равными станут и суммарные показатели. При любом

положительном весе этого критерия и сохранении остальных оценок В остается предпочтительнее Б, поскольку ни по одному критерию ему не уступает. Обоснованность выбора зависит от подтверждения единственного различающего балла. Без изменения такого соотношения оценок смена весов не обращает порядок Б и В.

Равные веса дают суммы 21, 32 и 33 для А, Б и В соответственно. Очередность вариантов сохраняется. По-прежнему преимущество В задает шестой критерий. Независимого подтверждения технического превосходства такое совпадение не дает: оба способа суммирования опираются на одну матрицу, что ограничивает информационную основу выбора.

Присвоение варианту В максимальных баллов по всем критериям требует проверить полноту матрицы: она не отражает различий по стоимости жизненного цикла, трудоемкости обслуживания, подготовке персонала и дополнительным отказам усложненной системы. По документации и условиям эксплуатации необходимо установить влияние каждого фактора; заранее считать его отрицательным нельзя. Общую технико-экономическую оптимальность варианта итоговый показатель без учета этих факторов не обосновывает.

Контролируемость, проверяемость состояния и обратная связь характеризуют близкие свойства организации контроля. С сокращением протяженности вспомогательных линий может быть связано уменьшение длительности подготовительных операций. Независимое начисление баллов способно несколько раз отразить в сумме один и тот же эффект. До утверждения матрицы необходимо определить содержание и границы каждого критерия, исключив повторный учет одного преимущества.

Порядковая трехбалльная шкала ограничивает точность интерпретации результата. Переход от одного балла к двум не доказывает такого же физического улучшения, как переход от двух к трем. Суммируя баллы, условно считаем эти переходы сопоставимыми. Небольшое преимущество служит основанием для дополнительной проверки исходных оценок; точного измерения технического превосходства оно не дает. В первую очередь проверке подлежат шестой критерий и эксплуатационные факторы, которые не вошли в матрицу.

Допустимость варианта предлагаем проверять отдельно от его сравнительной предпочтительности. Сначала устанавливают соответствие обязательным требованиям и условиям применения. Высокие баллы за удобство или производительность не компенсируют нарушения обязательного требования. Затем выясняют, какие документы и сведения подтверждают исходные оценки: эксплуатационная документация, результаты обследований, сведения об обслуживании и свидетельства пригодности для конкретных условий.

После проверки обоснованности баллов согласуют состав критериев и порядок назначения весов, проверяют взаимосвязанные показатели и

рассчитывают суммы без промежуточного округления. Сопоставляя близкие итоговые значения, устанавливают, какие оценки формируют разность и насколько они подтверждены. Если выбор определяет один недостаточно обоснованный балл, до получения дополнительных сведений решение сохраняет условный характер. Документируют ход и результаты проверки так, чтобы другой специалист мог воспроизвести каждое слагаемое.

Предпочтительность решения и фактическое снижение риска после внедрения оцениваем раздельно. По наблюдениям за выполнением защитных функций, записям о неисправностях и анализу изменений условий труда проверяют результат внедрения мер. Уменьшение экспертного балла само по себе не доказывает уменьшения частоты опасных событий. Количественные показатели снижения риска после внедрения в статье не рассчитываем: анализ ограничен обоснованностью предварительного выбора.

Повторный расчет ранговой модели по одиннадцати критериям дал суммарные показатели 4,83; 8,89 и 9,06. Для варианта А исправили исходное значение, которое не воспроизводилось по матрице. Разность показателей Б и В составляет 0,16667 условной единицы и целиком зависит от шестого критерия. При равных весах порядок сохраняется, однако обоснованность выбора зависит от подтверждения различающей оценки и полноты состава критериев. Предложенный порядок проверки разграничивает соблюдение обязательных требований, условную сравнительную предпочтительность и фактическую результативность мер безопасности.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ : ст. 214, 218, в редакции, действующей на 16.10.2026 // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 16.10.2026).

2. Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков : приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926 // Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. URL: https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2220 (дата обращения: 16.10.2026).

3. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» : приказ Ростехнадзора от 03.12.2020 № 494 : в ред. от 15.01.2026. Зарегистрирован Минюстом России 25.12.2020 № 61824 // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372449/ (дата обращения: 16.10.2026).