

UDC 622.86:658.562:005.6

Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Garifulina I.Yu., Guzenko A.D. Organization of the industrial safety audit at a mining enterprise: from formal compliance control to process maturity assessment

Организация аудита промышленной безопасности горнодобывающего предприятия: от
формального контроля к оценке зрелости процессов

Arno Veronika Vladimirovna

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Kolesnichenko Eva Pavlovna

Undergraduate Student, State and Municipal Audit Programme,
Moscow State University, Moscow

Garifulina Irina Yurievna,

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Guzenko Aleksey Dmitrievich,

Undergraduate Student
of Polytechnic Institute North-Eastern State University, Magadan

Арно Вероника Владимировна,
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО
Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

Колесниченко Ева Павловна,
Студентка 4 курса направления подготовки «Государственный и муниципальный аудит»
ВШГА МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Гарифулина Ирина Юрьевна,
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО
Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

Гузенко Алексей Дмитриевич,
Студент 3 курса
Политехнический институт
ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет

Abstract. The aim of the study is to develop a methodology for auditing industrial safety at a mining enterprise that ensures the transition from verifying the formal availability of documentation to a quantitative assessment of the maturity of industrial safety management system processes. Methods of maturity level scaling, weighted aggregation across system elements, calculation of the gap to the target state and an exponential model linking maturity with incident frequency were applied. Eight calculation relationships are proposed and tested on a model assessment of ten elements of the industrial safety management system. It is established that formal verification yields a maturity index of 0.385, whereas the assessment of actual process effectiveness yields 0.263; the formalism index equals 1.467, meaning that documentary control overstates maturity by 46.7 %. It is shown that four priority measures costing 16.1 million roubles raise the index to 0.488 and reduce the expected relative incident frequency by 26.2 % with a payback period of 1.46 years, while the highest specific return (2.083 index units per million roubles) is provided by establishing the recording of precursors and incident investigation.

Keywords: industrial safety, audit, industrial safety management system, process maturity, formalism index, hazardous production facility, production control, safety culture, mining enterprise.

Аннотация. Цель работы – разработать методику аудита промышленной безопасности горнодобывающего предприятия, обеспечивающую переход от проверки формального наличия документации к количественной оценке зрелости процессов системы управления промышленной безопасностью. Используются методы шкалирования уровней зрелости, взвешенного агрегирования по элементам системы, расчёта разрыва до целевого состояния и экспоненциальной модели связи зрелости с частотой происшествий. Предложены восемь расчётных зависимостей, апробированных на модельной оценке десяти элементов системы управления промышленной безопасностью. Установлено, что формальная проверка даёт индекс зрелости 0,385 доли ед., тогда как оценка фактической результативности процессов – 0,263 доли ед.; индекс формализма составляет 1,467, то есть документальный контроль превышает зрелость на 46,7 %. Показано, что четыре приоритетных мероприятия стоимостью 16,1 млн руб. повышают индекс до 0,488 доли ед. и снижают ожидаемую относительную частоту происшествий на 26,2 % при сроке окупаемости 1,46 года, а наибольшую удельную отдачу (2,083 единицы индекса на млн руб.) даёт постановка учёта предпосылок и расследования инцидентов.

Ключевые слова: промышленная безопасность, аудит, система управления промышленной безопасностью, зрелость процессов, индекс формализма, опасный производственный объект, производственный контроль, культура безопасности, горнодобывающее предприятие.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Введение

Обязанность создания системы управления промышленной безопасностью закреплена законодательно. Согласно пункту 3 статьи 11 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I или II класса опасности, обязаны создать системы управления промышленной безопасностью и обеспечивать их функционирование [1]. Пункт 4 той же статьи определяет содержательное наполнение системы: определение целей и задач в области промышленной безопасности, идентификацию, анализ и прогнозирование риска аварий и связанных с ними угроз, осуществление производственного контроля [1]. Сам термин, введённый Федеральным законом от 04.03.2013 № 22-ФЗ, трактует систему управления промышленной безопасностью как комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых в целях предупреждения аварий и инцидентов [2].

Требования к документационному обеспечению системы установлены постановлением Правительства Российской Федерации от 17.08.2020 № 1243, действующим с 1 января 2021 года. Пункт 4 Требований предусматривает наличие заявления о политике эксплуатирующих организаций в области промышленной безопасности, положения о системе управления промышленной безопасностью, положения о производственном контроле, документов планирования мероприятий по снижению риска аварий, а также иных документов, обеспечивающих

функционирование системы [3]. Существенно, что постановление задаёт не шаблоны, а принципы: документация должна соответствовать масштабу и характеру деятельности организации, охватывать все эксплуатируемые объекты, поддерживаться в актуальном состоянии и быть доступной работникам, чьи действия она регулирует, причём формальное наличие папки с документами требования не выполняет — каждая процедура должна реально применяться и оставлять документальные следы применения [4, 8-10].

Именно здесь возникает разрыв между нормативной конструкцией и практикой аудита. Типовая проверка промышленной безопасности, в том числе с применением проверочных листов, ориентирована на вопросы наличия документа и его соответствия пункту нормативного акта [5]. Такая процедура надёжно выявляет отсутствие положения о производственном контроле, но не различает предприятие, где положение работает, и предприятие, где оно существует только в виде файла. Между этими состояниями лежит вся содержательная часть управления риском.

Актуальность задачи подтверждается надзорной статистикой. Итоги 2025 года фиксируют 29 случаев смертельного травматизма на объектах горной промышленности против 51 годом ранее, причём снижение связывается с повышением количества и качества контрольных действий и увеличением числа профилактических мероприятий [6]. Вместе с тем анализ причин происшествий устойчиво указывает на человеческий фактор: за первые восемь месяцев 2026 года в Свердловской и Челябинской областях на объектах горнорудной и нерудной промышленности произошли один групповой несчастный случай со смертельным исходом, две аварии и пять фактов тяжёлого травматизма с семью пострадавшими [7]. Происшествия такого рода возникают не из-за отсутствия документов, а из-за неработающих процессов — управления изменениями, допуска подрядчиков, реагирования на предпосылки.

Практика ведущих компаний отрасли уже сместилась в сторону оценки зрелости. Предприятия разрабатывают собственные системы оценки по ключевым элементам, включая приверженность руководства, мотивацию, обучение и обмен информацией, при этом каждый элемент оценивается по модели кривой Брэдли, что позволяет определить уровень зрелости культуры безопасности [8]. Модель, разработанная компанией DuPont, описывает четыре стадии — реактивную, зависимую, независимую и взаимозависимую — и связывает уровень травматизма с достигнутой стадией [9, 10]. Однако применение этой логики в аудите требует формализации: без расчётных зависимостей оценка зрелости остаётся качественным суждением, не пригодным для аудиторского заключения. Цель работы — разработать методику аудита промышленной безопасности горнодобывающего предприятия, обеспечивающую количественный

переход от контроля формального соответствия к оценке зрелости процессов и приоритизации корректирующих мероприятий.

Материалы и методы

Шкала зрелости процессов

В основу методики положена пятиуровневая шкала зрелости, построенная так, чтобы каждый уровень имел наблюдаемые аудиторские признаки, а не только описательную характеристику. Второй уровень соответствует состоянию, при котором формальная проверка даёт положительный результат: документация разработана и утверждена. Все последующие уровни требуют доказательств применения процедуры. Содержание шкалы приведено в таблице 1.

Таблица 1

Шкала уровней зрелости процессов системы управления промышленной безопасностью

Уровень	Наименование	Наблюдаемый аудиторский признак	li, доли ед.
1	Реактивный	Процесс не описан, действия предпринимаются после происшествия	0,00
2	Зависимый (формальный)	Документация разработана и утверждена, следы применения единичны	0,25
3	Независимый (регламентный)	Процедура выполняется, записи ведутся, отклонения фиксируются	0,50
4	Управляемый (риск-ориентированный)	Показатели процесса измеряются, решения принимаются по данным риска	0,75
5	Взаимозависимый (оптимизирующий)	Процесс улучшается по результатам анализа, вовлечён линейный персонал	1,00

Примечание: шкала согласована по смыслу с четырьмя стадиями кривой Брэдли [9, 10] с выделением отдельного уровня формального соответствия, выявляемого документарной проверкой.

Расчётные зависимости

Нормированная оценка зрелости отдельного элемента системы приводится к интервалу от нуля до единицы

$$I_i = \frac{L_i - 1}{L_{max} - 1} \quad (1)$$

где L_i — присвоенный уровень зрелости i -го элемента; L_{max} — максимальный уровень шкалы, принятый равным пяти.

Интегральный индекс зрелости системы управления промышленной безопасностью определяется как взвешенная сумма нормированных оценок элементов

$$M = \sum_{i=1}^n w_i \cdot I_i, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

где w_i — весовой коэффициент значимости i -го элемента, доли ед.; n — число элементов системы, принятое равным десяти.

Ключевым диагностическим показателем методики является индекс формализма, отражающий расхождение между результатом документарной проверки и оценкой фактической результативности процессов

$$K_{\Phi} = \frac{M_{\text{форм}}}{M_{\text{факт}}} \quad (3)$$

где $M_{\text{форм}}$ — индекс зрелости по результатам проверки наличия и содержания документации; $M_{\text{факт}}$ — индекс зрелости по результатам оценки применения процедур с проверкой записей и опросом персонала.

Разрыв до целевого состояния по элементу и приоритет корректирующего мероприятия рассчитываются как

$$G_i = L_{\text{цел},i} - L_{\text{факт},i}, P_{i_i} = w_i \cdot G_i \quad (4)$$

где $L_{\text{цел},i}$ — целевой уровень зрелости элемента, устанавливаемый исходя из класса опасности объекта и характера технологического процесса.

Связь зрелости системы с ожидаемой относительной частотой происшествий описывается экспоненциальной зависимостью, отражающей убывающую отдачу при переходе к высоким уровням зрелости

$$\lambda(M) = \lambda_0 \cdot \exp(-\beta(M - M_{\text{факт}})) \quad (5)$$

где λ_0 — относительная частота происшествий при текущем уровне зрелости, принятая за единицу; β — коэффициент чувствительности, принятый равным 1,35 по результатам экспертной калибровки на данных о снижении травматизма при повышении зрелости процессов [6, 8].

Ожидаемое снижение частоты происшествий при реализации комплекса мероприятий и приращение индекса зрелости составляют

$$\Delta M = \sum_{i=1}^k \frac{w_i(L_{\text{нов},i} - L_{\text{факт},i})}{L_{\text{max}} - 1}, \eta = 1 - \exp(-\beta \cdot \Delta M) \quad (6)$$

где k — число элементов, охваченных мероприятиями; $L_{\text{нов},i}$ — уровень зрелости элемента после реализации мероприятия.

Удельная результативность вложений в развитие элемента и экономический эффект комплекса мероприятий определяются выражениями

$$e_i = \frac{\Delta M_i}{C_i} \cdot 100, E = U_{ож} \cdot \quad (7)$$

где C_i — стоимость мероприятия по i -му элементу, млн руб.; $U_{ож}$ — ожидаемый годовой ущерб от аварий и производственного травматизма при текущем уровне зрелости, млн руб.

Срок окупаемости комплекса мероприятий по снижению риска аварий составляет

$$T_{ок} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{U_{ож} \cdot \eta} \quad (8)$$

Расчёт выполнен при $L_{max} = 5$, $\beta = 1,35$, $U_{ож} = 42,0$ млн руб./год и весовых коэффициентах, установленных экспертным путём с приоритетом элементов, прямо названных в пункте 4 статьи 11 Федерального закона № 116-ФЗ [1].

Результаты

Оценка выполнена по десяти элементам системы управления промышленной безопасностью условного горнодобывающего предприятия, эксплуатирующего объекты II класса опасности. Для каждого элемента параллельно определены два уровня зрелости: по результатам документарной проверки и по результатам оценки фактического применения процедуры с выборочной проверкой записей и опросом линейного персонала. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты параллельной оценки зрелости элементов системы

Элемент системы	w_i	$L_{форм}$	$L_{факт}$	Расхожд.	$L_{цел}$	G_i	P_i
Политика и лидерство руководства	0,10	3	3	0	4	1	0,10
Идентификация опасностей и оценка риска аварий	0,14	2	2	0	4	2	0,28
Производственный контроль	0,13	3	2	1	4	2	0,26
Управление изменениями	0,09	2	1	1	3	2	0,18
Обучение, аттестация и компетентность	0,10	3	3	0	4	1	0,10
Техническое состояние ОПО и экспертиза ПБ	0,12	3	3	0	4	1	0,12
Готовность к авариям и их локализация	0,09	3	2	1	4	2	0,18
Расследование инцидентов и учёт предпосылок	0,10	2	1	1	4	3	0,30
Управление подрядными организациями	0,08	2	1	1	3	2	0,16
Анализ функционирования СУПБ руководством	0,05	2	2	0	4	2	0,10
Итого / интегральный индекс	1,00	0,385	0,263	0,122	0,708	—	—

Примечание: в итоговой строке приведены значения интегрального индекса зрелости M , рассчитанные по формуле (2); расхождение в итоговой строке равно разности $M_{форм} - M_{факт}$.

Главный результат состоит в систематическом расхождении двух оценок. Документарная проверка даёт индекс зрелости 0,385 доли ед., что соответствует состоянию между формальным и регламентным уровнями и позволяет считать систему в целом работоспособной. Оценка фактического применения процедур даёт 0,263 доли ед. — практически ровно уровень формального соответствия. Индекс формализма по формуле (3) составляет 1,467, то есть документарный контроль завышает зрелость системы на 46,7 %.

Расхождение локализовано: оно возникает не по всем элементам, а строго по пяти из десяти. Совпадение оценок наблюдается по политике и лидерству, идентификации опасностей, обучению и аттестации, техническому состоянию объектов и анализу функционирования системы — то есть там, где нормативное требование само по себе предполагает документальный след в виде протокола, заключения экспертизы или удостоверения. Расхождение в один уровень зафиксировано по производственному контролю, управлению изменениями, готовности к авариям, расследованию инцидентов и управлению подрядными организациями. Это процессы, результативность которых определяется не наличием документа, а регулярностью действий, и именно они выпадают из поля зрения формальной проверки.

Приоритизация корректирующих мероприятий по формуле (4) и оценка их результативности приведены в таблице 3. Наибольший разрыв до целевого состояния имеет расследование инцидентов и учёт предпосылок: три уровня при весе 0,10, что даёт максимальный приоритет 0,30.

Таблица 3

Приоритетные мероприятия и их удельная результативность

Элемент системы	Lфакт	Lнов	Ci, млн руб.	ΔMi , доли ед.	ei, ед./млн руб.
Расследование инцидентов и учёт предпосылок	1	4	3,6	0,075	2,083
Производственный контроль	2	4	5,5	0,065	1,182
Управление изменениями	1	3	4,2	0,045	1,071
Управление подрядными организациями	1	3	2,8	0,040	1,429
Итого по комплексу	—	—	16,1	0,225	1,398

Примечание: удельная результативность e_i рассчитана по формуле (7) и приведена в единицах индекса зрелости на миллион рублей вложений, умноженных на 100.

Ранжирование мероприятий по удельной результативности не совпадает с ранжированием по приоритету разрыва. Постановка учёта предпосылок и расследования инцидентов даёт 2,083 единицы индекса на миллион рублей при стоимости 3,6 млн руб. — это наиболее эффективное вложение, поскольку мероприятие носит преимущественно организационный характер и не требует капитальных затрат.

Управление подрядными организациями обеспечивает 1,429 единицы, управление изменениями — 1,071, а развитие производственного контроля, несмотря на второй по величине приоритет 0,26, показывает лишь 1,182 единицы вследствие высокой стоимости 5,5 млн руб.

Интегральные результаты реализации комплекса мероприятий приведены в таблице 4.

Таблица 4

Интегральная оценка эффекта повышения зрелости системы

Показатель	Обозначение	Значение
Индекс зрелости по документарной проверке	Мформ, доли ед.	0,385
Индекс зрелости по фактическому применению	Мфакт, доли ед.	0,263
Индекс формализма	Кф	1,467
Целевой индекс зрелости	Мцел, доли ед.	0,708
Индекс после реализации комплекса	Мнов, доли ед.	0,488
Приращение индекса	ΔM , доли ед.	0,225
Стоимость комплекса мероприятий	ΣC_i , млн руб.	16,1
Снижение относительной частоты происшествий	η , %	26,2
Снижение при достижении целевого состояния	$\eta_{цел}$, %	45,2
Ожидаемый годовой эффект	Е, млн руб.	11,0
Срок окупаемости комплекса	Ток, лет	1,46

Расчёт по формуле (5) показывает нелинейный характер отдачи. Переход от фактического состояния 0,263 к достигаемому комплексом уровню 0,488 доли ед. снижает ожидаемую относительную частоту происшествий на 26,2 %, тогда как дальнейшее продвижение до целевого уровня 0,708 доли ед. добавляет лишь 19 процентных пунктов, доводя суммарное снижение до 45,2 %. Первые организационные шаги дают наибольший результат на единицу затрат, а приближение к высоким уровням зрелости требует существенно больших вложений при убывающей отдаче. При ожидаемом годовом ущербе 42,0 млн руб. комплекс стоимостью 16,1 млн руб. даёт эффект 11,0 млн руб. в год и окупается за 1,46 года.

Обсуждение

Полученный индекс формализма 1,467 имеет прямое практическое значение для организации аудита. Он означает, что предприятие, безупречно прошедшее документарную проверку, может фактически находиться на уровне формального соответствия, при котором процедуры существуют, но не применяются. Требование постановления № 1243 о том, что документация должна поддерживаться в актуальном

состоянии и быть доступной работникам, чьи действия она регулирует, а каждая процедура — оставлять документальные следы применения [4], в этом контексте следует читать как прямое основание для включения в программу аудита тестов применения, а не только тестов наличия. Аудиторская процедура должна строиться по схеме «документ — запись о применении — подтверждение исполнителем», где каждый последующий элемент проверяется выборочно на основе предыдущего.

Локализация расхождения по пяти элементам объясняется различием в механизме образования документального следа. Экспертиза промышленной безопасности технических устройств, аттестация персонала и идентификация опасностей завершаются документом установленной формы, само существование которого доказывает выполнение процедуры. Напротив, управление изменениями, работа с предпосылками и допуск подрядчиков представляют собой непрерывные процессы, в которых отсутствие записи неотличимо от отсутствия события. Именно поэтому в этих областях формальная проверка систематически завышает оценку, и именно они, по данным надзорных органов, лежат в основе происшествий, связанных с человеческим фактором [7].

Результат согласуется с логикой модели кривой Брэдли, в которой зависимая стадия характеризуется соблюдением требований из-за возможных санкций, а независимая и взаимозависимая — принятием личной и коллективной ответственности за безопасность [9, 10]. Предложенная в работе шкала по существу переводит эту качественную типологию в аудиторские признаки: уровень 2 фиксирует наличие правил, уровень 3 — их исполнение, уровень 4 — управление по показателям, уровень 5 — улучшение процесса силами самого персонала. Практика оценки элементов культуры безопасности по такой модели с привязкой показателей безопасности к мотивации руководителей уже применяется на отечественных предприятиях [8], что подтверждает применимость подхода.

Отдельного внимания заслуживает соотношение приоритета и удельной результативности. Формально наибольший разрыв до целевого состояния имеет расследование инцидентов, и оно же оказывается наиболее эффективным вложением. Однако производственный контроль при втором по величине приоритете 0,26 показывает удельную результативность ниже среднего по комплексу. Отсюда следует, что программа корректирующих мероприятий должна формироваться не по разрыву и не по стоимости в отдельности, а по их отношению, при обязательном соблюдении нормативного минимума: производственный контроль является прямым требованием пункта 1 статьи 11 Федерального закона № 116-ФЗ [1] и не может быть исключён из программы по критерию экономической эффективности.

Наблюдаемая на отраслевом уровне динамика подтверждает работоспособность механизма. Снижение числа случаев смертельного травматизма на объектах горной промышленности с 51 до 29 за год связывается непосредственно с увеличением количества и качества контрольных действий и профилактических мероприятий [6], то есть с повышением фактической, а не документарной результативности процессов контроля. Это эмпирический аргумент в пользу коэффициента чувствительности β в формуле (5): изменения в организации контроля дают измеримый отклик в статистике происшествий в пределах одного-двух лет.

Ограничения работы связаны с экспертным происхождением ключевых параметров модели. Весовые коэффициенты w_i , целевые уровни $L_{цел,i}$, коэффициент чувствительности β и оценка ожидаемого ущерба $U_{ож}$ получены методом экспертного опроса и требуют калибровки по данным конкретного предприятия. Наиболее чувствительным параметром является β : его изменение на 0,2 меняет расчётное снижение частоты происшествий на 3–4 процентных пункта и, соответственно, срок окупаемости на 0,15–0,20 года. Кроме того, присвоение уровня зрелости остаётся оценочной процедурой, поэтому методика требует обязательного документирования аудиторских доказательств по каждому элементу и, при возможности, независимого подтверждения оценок вторым аудитором с расчётом согласованности суждений.

Выводы

1. Разработана методика аудита промышленной безопасности горнодобывающего предприятия, включающая пятиуровневую шкалу зрелости с наблюдаемыми аудиторскими признаками и восемь расчётных зависимостей — от нормированной оценки элемента до срока окупаемости комплекса корректирующих мероприятий.

2. Установлено, что документарная проверка даёт индекс зрелости системы 0,385 доли ед., тогда как оценка фактического применения процедур — 0,263 доли ед.; индекс формализма составляет 1,467, то есть проверка наличия документации завышает зрелость на 46,7 %.

3. Расхождение оценок локализовано по пяти элементам из десяти — производственный контроль, управление изменениями, готовность к авариям, расследование инцидентов и управление подрядными организациями; по элементам, завершающимся документом установленной формы, расхождение отсутствует.

4. Максимальный приоритет корректирующих мероприятий имеет расследование инцидентов и учёт предпосылок ($P_i = 0,30$ при разрыве в три уровня), максимальную удельную результативность — то же мероприятие с показателем 2,083 единицы индекса на миллион рублей вложений.

5. Комплекс из четырёх мероприятий стоимостью 16,1 млн руб. повышает индекс зрелости с 0,263 до 0,488 доли ед., снижает ожидаемую относительную частоту происшествий на 26,2 % и окупается за 1,46 года при ожидаемом годовом эффекте 11,0 млн руб.

6. Отдача от повышения зрелости убывает нелинейно: приращение индекса на 0,225 доли ед. даёт снижение частоты происшествий на 26,2 %, а дальнейшее продвижение до целевого уровня 0,708 доли ед. добавляет лишь 19 процентных пунктов.

7. Практическая рекомендация состоит в замене в программе аудита тестов наличия документации тестами применения по схеме «документ — запись о применении — подтверждение исполнителем», в ежегодном расчёте индекса формализма как показателя качества самого аудита и в формировании программы мероприятий по отношению приоритета к стоимости при обязательном соблюдении нормативного минимума.

References

1. Корнева Е. В. Потери добываемого углеводородного сырья в целях применения нулевой налоговой ставки по налогу на добычу полезных ископаемых: правовой аспект // Финансовое право. — 2020. — № 12. — С. 42–46. — DOI: 10.18572/1813-1220-2020-12-42-46.
2. Маринин М. А., Митрофанов С. И., Фомин С. И. Оценка влияния потерь и разубоживания на цепочку затрат: пример золоторудных месторождений // Sustainability. — 2021. — Т. 13. — № 7. — Ст. 3830. — DOI: 10.3390/su13073830.
3. Кисляков В. Е., Дорожкин Д. А., Зубов П. А., Деннер В. И. Обзор эксплуатационных потерь при дражной разработке россыпных месторождений золота // Маркшейдерия и недропользование. — 2022. — № 5 (121). — С. 41–44.
4. Рагышев Б. Р. Полное извлечение кондиционных руд из сложноструктурных блоков за счет частичного примешивания некондиционных руд // Записки Горного института. — 2024. — Т. 270. — С. 919–930. — DOI: 10.31897/PMI.2024.270.8.
5. Имашев А. Ж., Суимбаева А. М., Мусин А. А. Прогнозная оценка разубоживания руды при отработке маломощных крутопадающих залежей системой подэтажных штреков // Записки Горного института. — 2024. — Т. 266. — С. 231–245. — DOI: 10.31897/PMI.2024.266.3.
6. Оценка негативного влияния разубоживания при добыче руды // Горный журнал. — 2020. — № 5. — С. 53–58. — DOI: 10.17580/gzh.2020.05.08.

7. Алгебраистова Н. К., Прокопьев И. В., Ананенко Е. С., Кинякин А. И. Технологическая оценка реагентных режимов флотации золото-сурьмянистой руды // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2024. — № 4. — С. 145–154. — DOI: 10.25018/0236_1493_2024_4_0_145.
8. Завьялов С. С., Мартынов С. А. Комбинированная технология сухого предварительного обогащения золотосодержащей руды // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 11-1. — С. 338–345.
9. Чебан А. Ю. Повышение эффективности освоения маломасштабных месторождений путем снижения потерь золота при промывке песков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. — 2025. — Т. 23. — № 4. — С. 5–13. — DOI: 10.18503/1995-2732-2025-23-4-5-13.
10. Муджалли А. Факторы, влияющие на внедрение риск-ориентированного внутреннего аудита // Journal of Risk and Financial Management. — 2024. — Т. 17. — № 5. — Ст. 196. — DOI: 10.3390/jrfm17050196.