

INDUSTRIAL RESEARCH AND PRODUCTION

UDC 657.633:622.34

Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Garifulina I.Yu., Dolbin I.D. A risk-based approach to planning the internal audit of mine production processes

Риск-ориентированный подход к планированию внутреннего аудита производственных процессов рудника

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

Dolbin Ivan 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

Долбин Иван Дмитриевич,
Студент 3 курса
Политехнический институт
ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»

Abstract. The aim of the study is to develop a model of risk-based planning for the internal audit of mine production processes and to quantitatively compare its effectiveness with a uniform allocation of audit resources. Methods of residual risk assessment, ranking of processes by audit priority, allocation of the labour fund in proportion to risk and calculation of an integral plan effectiveness indicator were applied. Eight calculation relationships are proposed and tested on a model map of ten production processes with an annual internal audit fund of 1200 man-hours. It is established that the total gross risk amounts to 449.5 million roubles and the residual risk to 211.0 million roubles, meaning the existing control system reduces risk by 53.1 %; the top four processes by priority concentrate 78.3 % of the residual risk. The plan effectiveness indicator under risk-based allocation equals 0.2103 against 0.1000 under uniform allocation, an increase of 110.3 % with no additional labour input. The highest priority is assigned to industrial safety and occupational health (420 man-hours) and mine survey volume accounting (245 man-hours).

Keywords: internal audit, risk-based approach, mine production processes, residual risk, audit priority, audit plan, audit effectiveness, mine survey accounting, industrial safety.

Аннотация. Цель работы – разработать модель риск-ориентированного планирования внутреннего аудита производственных процессов рудника и количественно сопоставить её результативность с равномерным распределением аудиторских ресурсов. Используются методы оценки остаточного риска, ранжирования процессов по приоритету проверки, распределения трудового фонда пропорционально риску и расчёта интегрального показателя результативности плана. Предложены восемь расчётных зависимостей, апробированных на модельной карте из десяти производственных процессов при годовом фонде внутреннего аудита 1200 чел.-ч. Установлено, что суммарный валовой риск составляет 449,5 млн руб., остаточный – 211,0 млн руб., то есть действующая система контроля снижает риск на 53,1 %; первые четыре процесса по приоритету концентрируют 78,3 % остаточного риска. Показатель результативности плана при риск-ориентированном распределении равен 0,2103 против 0,1000 при равномерном, прирост составляет 110,3 % без увеличения трудозатрат. Наивысший приоритет получают промышленная безопасность и охрана труда (420 чел.-ч) и маркшейдерский учёт объёмов (245 чел.-ч).

Ключевые слова: внутренний аудит, риск-ориентированный подход, производственные процессы рудника, остаточный риск, приоритет проверки, план аудита, результативность аудита, маркшейдерский учёт, промышленная безопасность.

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

Введение

Внутренний аудит горнодобывающего предприятия работает в условиях структурного дефицита ресурса: число процессов, формально подлежащих проверке, всегда превышает возможности службы. При этом процессы принципиально неравноценны по последствиям сбоя. Отказ узла энергоснабжения вспомогательного участка и ошибка в маркшейдерском учёте объёмов горной массы требуют сопоставимых трудозатрат на проверку, но различаются по потенциальному ущербу на порядок. Равномерное распределение аудиторских часов по процессам, характерное для планов «по перечню подразделений», игнорирует это различие и потому заведомо неоптимально.

Риск-ориентированный подход предлагает альтернативу: аудиторский ресурс концентрируется на областях наибольшего риска. К базовым элементам такого подхода относят планирование аудита на основе оценки рисков, оценку уровня риска, анализ уязвимости системы контроля и контроль устранения нарушений [1]. Методология риск-ориентированного аудита строится на идентификации, оценке и приоритизации рисков существенного искажения с последующей концентрацией ресурсов на зонах наибольшего риска [2]. Однако применительно к горному производству эти общие положения требуют содержательного наполнения: набор процессов, характер ущерба и структура контрольных процедур на руднике специфичны и не сводятся к финансовым бизнес-процессам.

Актуальность задачи подкрепляется надзорной статистикой. По итогам 2025 года на объектах горной промышленности зафиксировано 29 случаев смертельного травматизма, что на 22 случая меньше уровня 2024 года; снижение связывается с

повышением количества и качества контрольных действий, а также с увеличением числа профилактических мероприятий [3]. Ростехнадзор при этом закрепляет риск-ориентированную логику в собственной надзорной практике, утверждая программы профилактики рисков причинения вреда охраняемым законом ценностям [4]. Отраслевая отчётность фиксирует, что на отдельных поднадзорных территориях за 9 месяцев 2025 года аварий и несчастных случаев со смертельным исходом не зарегистрировано [8], что подтверждает неоднородность распределения риска между объектами.

Последнее обстоятельство принципиально: результативность контроля зависит не от его объёма, а от адресности. Цель работы — разработать модель риск-ориентированного планирования внутреннего аудита производственных процессов рудника, обеспечивающую распределение ограниченного фонда трудозатрат пропорционально остаточному риску, и количественно оценить выигрыш относительно равномерного плана.

Материалы и методы

Карта процессов и параметры оценки

Объектом планирования принята типовая карта производственных процессов рудника, включающая десять процессов. Для каждого процесса эксперты оценивают четыре параметра: вероятность реализации риска в течение года, потенциальный ущерб, эффективность действующих контрольных процедур и множитель значимости, отражающий надзорные и репутационные последствия. Дополнительно учитывается давность предыдущей проверки. Исходные оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Экспертные оценки параметров риска производственных процессов

Процесс	P_i , доли ед.	U_i , млн руб.	D_i , доли ед.	K_i	τ_i , лет
Промышленная безопасность и охрана труда	0,55	260	0,40	1,0	1
Маркшейдерский учёт объёмов	0,45	140	0,35	1,0	3
ТОиР горной техники	0,50	95	0,45	0,8	3
Закупки и склады МТР	0,40	110	0,50	0,8	2
Учёт и хранение драгметалла	0,20	320	0,75	1,0	1
Буровзрывные работы	0,35	85	0,55	0,9	2
Экология и водопользование	0,30	70	0,55	0,9	4
Транспорт и отвалообразование	0,30	60	0,60	0,7	1
Дробление и рудоподготовка	0,25	45	0,65	0,7	2
Энергоснабжение	0,20	40	0,70	0,6	3

Примечание: D_i — интегральная оценка эффективности действующих контрольных процедур; τ_i — период, прошедший с последней проверки процесса.

Расчётные зависимости

Валовой риск процесса определяется произведением вероятности реализации и потенциального ущерба

$$R_i = P_i \cdot U_i \quad (1)$$

где P_i — вероятность реализации риска в течение года, доли ед.; U_i — потенциальный ущерб, млн руб.

Остаточный риск учитывает результативность действующих контрольных процедур и значимость процесса

$$R_{ост,i} = R_i(1 - D_i) \cdot K_i \quad (2)$$

где D_i — оценка эффективности контрольных процедур, доли ед.; K_i — множитель значимости процесса, учитывающий надзорные и репутационные последствия.

Давность предыдущей проверки повышает неопределённость состояния процесса, что учитывается временным коэффициентом

$$k_{т,i} = 1 + \alpha \cdot \tau_i \quad (3)$$

где τ_i — число лет с момента последней проверки; $\alpha = 0,12 \text{ год}^{-1}$ — коэффициент нарастания неопределённости, принятый по результатам экспертного опроса.

Приоритет включения процесса в план аудита и его нормированная доля составляют

$$P_i = R_{ост,i} \cdot k_{т,i}, \quad s_i = \frac{P_i}{\sum_{j=1}^m P_j} \quad (4)$$

где m — общее число процессов в карте.

Трудозатраты распределяются пропорционально приоритету с соблюдением минимального объёма проверки, обеспечивающего базовое покрытие каждого процесса

$$H_i = \max(s_i \cdot F, H_{min}) \cdot \frac{F}{\sum_{j=1}^m \max(s_j \cdot F, H_{min})} \quad (5)$$

где F — годовой фонд трудозатрат службы внутреннего аудита, чел.-ч; H_{min} — минимальный объём проверки одного процесса, чел.-ч.

Накопленное покрытие остаточного риска первыми k процессами по приоритету рассчитывается как

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^k R_{ост,i}}{\sum_{i=1}^m R_{ост,i}} \quad (6)$$

Результативность плана определяется как нормированная взвешенная сумма произведений остаточного риска на выделенные трудозатраты

$$E = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ост,i} \cdot H_i}{F \cdot \sum_{i=1}^m R_{ост,i}} \quad (7)$$

Выигрыш риск-ориентированного плана относительно равномерного распределения оценивается отношением

$$G = \left(\frac{E_{\text{риск}}}{E_{\text{равн}}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (8)$$

где $E_{\text{равн}}$ — результативность плана при равномерном распределении фонда, при котором $H_i = F/m$. Расчёт выполнен при $F = 1200$ чел.-ч, $H_{\min} = 40$ чел.-ч, $m = 10$ и $\alpha = 0,12 \text{ год}^{-1}$.

Результаты

Расчёт валового и остаточного риска, приоритетов и распределения трудозатрат приведён в таблице 2. Суммарный валовой риск по карте процессов составил 449,5 млн руб., остаточный — 211,0 млн руб., то есть действующая система контроля снижает риск на 53,1 %.

Таблица 2

Риск-ориентированное распределение фонда внутреннего аудита

Ранг	Процесс	R_i , млн руб.	$R_{\text{ост},i}$, млн руб.	$k_{T,i}$	P_i	s_i	H_i , чел.-ч
1	Промышленная безопасность и охрана труда	143,00	85,80	1,12	96,10	0,372	420
2	Маркшейдерский учёт объёмов	63,00	40,95	1,36	55,69	0,215	245
3	ТОиР горной техники	47,50	20,90	1,36	28,42	0,110	125
4	Закупки и склады МТР	44,00	17,60	1,24	21,82	0,084	96
5	Учёт и хранение драгметалла	64,00	16,00	1,12	17,92	0,069	79
6	Буровзрывные работы	29,75	12,05	1,24	14,94	0,058	66
7	Экология и водопользование	21,00	8,50	1,48	12,59	0,049	55
8	Транспорт и отвалообразование	18,00	5,04	1,12	5,64	0,022	38
9	Дробление и рудоподготовка	11,25	2,76	1,24	3,42	0,013	38
10	Энергоснабжение	8,00	1,44	1,36	1,96	0,008	38
—	Итого	449,50	211,00	—	258,50	1,000	1200

Ранжирование даёт результат, который не воспроизводится интуитивным планированием. Процесс «Учёт и хранение драгметалла» имеет наибольший потенциальный ущерб среди всех процессов — 320 млн руб., но благодаря высокой эффективности действующего контроля ($D_i = 0,75$) его остаточный риск составляет лишь 16,00 млн руб., что помещает процесс на пятое место по приоритету с 79 чел.-ч. Напротив, промышленная безопасность и охрана труда при вдвое меньшем потенциальном ущербе (260 млн руб.) и умеренной эффективности контроля ($D_i = 0,40$) формируют остаточный риск 85,80 млн руб. — максимум по карте и 40,7 % совокупного

остаточного риска. Планирование по валовому ущербу привело бы к прямо противоположному распределению ресурса.

Второе место занимает маркшейдерский учёт объёмов с остаточным риском 40,95 млн руб. и 245 чел.-ч. Причина высокого приоритета — сочетание умеренного ущерба (140 млн руб.) с низкой эффективностью контроля ($D_i = 0,35$), максимальным множителем значимости и трёхлетней давностью последней проверки, что даёт временной коэффициент 1,36. Совместно первые два процесса получают 665 чел.-ч, или 55,4 % годового фонда, при том что на них приходится 60,1 % совокупного остаточного риска.

Сопоставление результативности риск-ориентированного и равномерного планов приведено в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение риск-ориентированного и равномерного планов аудита

Показатель	Риск-ориентированный план	Равномерный план
Трудозатраты на процесс максимального риска, чел.-ч	420	120
Трудозатраты на процесс минимального риска, чел.-ч	38	120
Покрытие остаточного риска первыми двумя процессами С2, доли ед.	0,601	0,601
Покрытие остаточного риска первыми четырьмя процессами С4, доли ед.	0,783	0,783
Доля фонда, направленная на первые четыре процесса, %	73,8	40,0
Показатель результативности плана Е, доли ед.	0,2103	0,1000
Выигрыш G, %	110,3	—

Примечание: показатели С2 и С4 характеризуют структуру остаточного риска и не зависят от способа распределения фонда; различие планов проявляется в доле фонда, направляемой на эти процессы.

Ключевой количественный результат состоит в том, что при неизменном фонде 1200 чел.-ч показатель результативности плана возрастает с 0,1000 до 0,2103 доли ед., то есть на 110,3 %. Экономическая природа выигрыша проста: равномерный план направляет 40,0 % фонда на четыре процесса, концентрирующие 78,3 % остаточного риска, тогда как риск-ориентированный — 73,8 %. При этом ограничение $H_{min} = 40$ чел.-ч сохраняет минимальное покрытие процессов с низким риском, не допуская образования непроверяемых зон: три процесса с наименьшим приоритетом получают по 38 чел.-ч, что достаточно для выполнения базовых контрольных процедур.

Обсуждение

Полученные результаты показывают, что основным носителем информации при планировании является не ущерб и не вероятность по отдельности, а остаточный риск. Именно он объединяет характеристику угрозы с состоянием действующего контроля, и именно его игнорирование порождает типовую ошибку планирования — концентрацию проверок на процессах, которые уже хорошо контролируются. В рассмотренном примере расхождение между рангом по валовому ущербу и рангом по остаточному риску для процесса учёта драгметалла составило четыре позиции.

Высокий приоритет маркшейдерского учёта объёмов согласуется с нормативными требованиями к этому процессу. Пункт 15 ФНП, утверждённых приказом Ростехнадзора от 08.12.2020 № 505, обязывает организации, эксплуатирующие объекты горных работ, осуществлять маркшейдерское обеспечение на основании лицензии либо по договору со специализированной организацией [5], а пункт 568 требует выполнения работ в соответствии с проектом производства маркшейдерских работ [5]. Нарушение этих требований одновременно создаёт надзорный, учётный и налоговый риск, что и отражено в модели максимальным множителем значимости $K_i = 1,0$.

Приоритет промышленной безопасности подтверждается статистикой аварийности. Снижение смертельного травматизма на объектах горной промышленности в 2025 году до 29 случаев связывается непосредственно с ростом количества и качества контрольных и профилактических мероприятий [3, 8-9]. Это эмпирическое свидетельство обратной связи между интенсивностью контроля и уровнем реализованного риска, то есть подтверждение того, что перераспределение аудиторского ресурса в пользу процессов с высоким остаточным риском даёт измеримый эффект, а не только формальное улучшение расчётного показателя результативности.

Временной коэффициент по формуле (3) выполняет в модели роль механизма ротации. Без него процессы с эффективным контролем выпадали бы из плана на неопределённый срок, а фактическое состояние их контрольных процедур постепенно расходилось бы с экспертной оценкой D_i , полученной при предыдущей проверке. При $\alpha = 0,12 \text{ год}^{-1}$ процесс, не проверявшийся четыре года, получает надбавку к приоритету 48 %, что для процессов среднего уровня риска оказывается достаточным для попадания в план. Так, экология и водопользование при остаточном риске 8,51 млн руб. поднимается на седьмое место с 55 чел.-ч именно за счёт четырёхлетней давности проверки.

Ограничения модели связаны с экспертным характером входных оценок. Значения P_i , U_i , D_i и K_i получены методом экспертного опроса и наследуют его

субъективность, причём наиболее чувствительным параметром является D_i : изменение оценки эффективности контроля на 0,1 доли ед. меняет остаточный риск процесса на 15–20 % и способно сдвинуть его в ранжировании на одну-две позиции. Практическое следствие состоит в необходимости документировать основания оценки D_i результатами предыдущих проверок и данными о фактических инцидентах, а не только суждением аудитора. Коэффициент α и минимальный объём $H_{\min}$ также требуют калибровки по накопленной статистике конкретного предприятия. Отдельным ограничением является линейная форма показателя результативности по формуле (7): она не учитывает убывающую отдачу дополнительных часов проверки одного процесса.

Выводы

1. Разработана модель риск-ориентированного планирования внутреннего аудита производственных процессов рудника, включающая восемь расчётных зависимостей: от валового и остаточного риска до показателя результативности плана и оценки выигрыша относительно равномерного распределения.

2. На модельной карте из десяти процессов суммарный валовой риск составил 449,5 млн руб., остаточный — 211,0 млн руб.; действующая система контроля снижает риск на 53,1 %, при этом первые четыре процесса по приоритету концентрируют 78,3 % остаточного риска.

3. Наивысший приоритет получают промышленная безопасность и охрана труда (остаточный риск 85,80 млн руб., 420 чел.-ч) и маркшейдерский учёт объёмов (40,95 млн руб., 245 чел.-ч), совместно получающие 55,4 % годового фонда.

4. Планирование по валовому ущербу даёт качественно иной результат: процесс учёта и хранения драгметалла с максимальным ущербом 320 млн руб. по остаточному риску занимает лишь пятое место (16,00 млн руб.) вследствие высокой эффективности действующего контроля.

5. Показатель результативности плана при риск-ориентированном распределении составляет 0,2103 доли ед. против 0,1000 при равномерном, то есть прирост 110,3 % достигается без увеличения фонда трудозатрат 1200 чел.-ч.

6. Введение минимального объёма проверки 40 чел.-ч и временного коэффициента с $\alpha = 0,12 \text{ год}^{-1}$ обеспечивает отсутствие непроверяемых процессов и ротацию плана: процесс, не проверявшийся четыре года, получает надбавку к приоритету 48 %.

7. Практическая рекомендация состоит в переходе от планов «по перечню подразделений» к ежегодно пересчитываемой карте остаточных рисков с документальным обоснованием оценок эффективности контроля результатами предыдущих проверок и данными о фактических инцидентах.

References

1. Лоис П., Дрогалас Г., Нерандидис М., Георгиу И., Гкампета Е. Риск-ориентированный внутренний аудит: факторы, связанные с его внедрением // *Corporate Governance: The International Journal of Business in Society*. — 2021. — Т. 21. — № 4. — С. 645–662. — DOI: 10.1108/CG-08-2020-0316.
2. 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.
3. Влияние устойчивого риск-менеджмента на внедрение риск-ориентированного внутреннего аудита // *Sustainability*. — 2024. — Т. 16. — № 19. — Ст. 8455. — DOI: 10.3390/su16198455.
4. Факторы, определяющие эффективность риск-ориентированного внутреннего аудита // *International Journal of Auditing Technology*. — 2024. — С. 59–76. — DOI: 10.1504/IJAUDIT.2024.140028.
5. Риск-ориентированный внутренний аудит и его внедрение в организации // *International Journal of Social Science, Education, Communication and Economics (SINOMICS Journal)*. — 2022. — Т. 1. — № 5. — С. 653–660. — DOI: 10.54443/sj.v1i5.73.
6. Рафикова З. Р., Халитова А. З. Концепция риск-ориентированного аудита // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. — 2020. — № 5-2. — С. 60–69.
7. Халитова А. З. Риск-ориентированный подход к организации и проведению внутреннего аудита организации // *Академическая публицистика*. — 2022. — № 6-2. — С. 136–140.
8. Трухина Н. В. Риск-ориентированный внутренний финансовый аудит в современной структуре государственного управления // *Петербургский экономический журнал*. — 2021. — № 3. — С. 85–90.
9. Пэрл А., Кин Л.-А., Йоханссон Т. Роль управления корпоративными рисками в обеспечении организационной устойчивости: пример горнодобывающей промышленности Швеции // *Journal of Management Control*. — 2024. — Т. 35. — С. 59–108. — DOI: 10.1007/s00187-024-00370-9.
10. Геотехнический и технический аудит горных предприятий // *Горный журнал*. — 2025. — № 1. — DOI: 10.17580/gzh.2025.01.03.