

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ И
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ
SAFETY CULTURE AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS
DEVELOPMENT OF PLACEMENT TERRITORIES
NUCLEAR INDUSTRY FACILITIES

<https://doi.org/10.26583/gns-2026-01-10>

УДК [331.45+338.45]:65.012

EDN LVOZHС

Оригинальная статья / Original paper



Динамика снижения производственного травматизма и экономическая
эффективность мер промышленной безопасности в Республике
Казахстан на примере АО «Ульбинский металлургический завод»
АО «НАК «Казатомпром»

Т.Ш. Идрисов^{1,2} ✉, М.В. Коптелов^{2,3}

¹АО «Ульбинский металлургический завод» АО «НАК «Казатомпром», г. Усть-Каменогорск,
Республика Казахстан

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Российская Федерация

³Частное учреждение по информационно-аналитическому обеспечению «Ситуационно-
кризисный Центр Росатома», г. Москва, Российская Федерация

✉ idrisovts@ulba.kz

Аннотация. В работе рассматривается динамика снижения травматизма на производстве и экономическая результативность мер обеспечения промышленной безопасности в АО «Ульбинский металлургический завод» в период 2020–2024 годов. Исследование основано на таких данных внутренней отчетности как число несчастных случаев с потерей трудоспособности, показатель LTIFR, годовые затраты на охрану труда и промышленную безопасность. Применен сопоставительный анализ временных рядов «травматизм–затраты» с учетом специфики бериллиевого передела (термические и механические риски, токсичные аэрозоли бериллия). Зафиксировано снижение LTIFR с 0,18 (2020) и 0,28 (2021) до 0,00 в 2022–2024 гг. при одновременном росте инвестиций в безопасность в фазе 2022–2023 гг. и последующей оптимизации расходов в 2024 году. Интерпретация результатов указывает на системный характер достигнутого эффекта: сочетание инженерных барьеров (аспирация, локальные укрытия, блокировки, модернизация ГПМ), управляемости работ повышенной опасности (горячие, газоопасные, стропальные, LOTO) и укрепления дисциплины поведения. Сделан вывод о соответствии траектории «нулевого LTIFR» модели ALARP, а также о положительной экономической отдаче от целевых вложений в безопасность. Показано, что устойчивое достижение нулевого значения LTIFR в течение трех лет связано с комплексом инженерных, организационных и поведенческих мер и соответствует принципу ALARP, обеспечивая положительную экономическую отдачу от вложений в безопасность. Отмечены ограничения в виде агрегированности данных, отсутствия разреза по видам происшествий и leading-показателям (near miss, микротравмы).

Ключевые слова: промышленная безопасность, LTIFR, охрана труда, работы повышенной опасности, экономическая эффективность

Для цитирования: Идрисов Т.Ш., Коптелов М.В. Динамика снижения производственного травматизма и экономическая эффективность мер промышленной безопасности в Республике Казахстан на примере АО «Ульбинский металлургический завод» АО «НАК «Казатомпром». *Глобальная ядерная безопасность*. 2026;16(1):90–98. <https://doi.org/10.26583/gns-2026-01-10>

For citation: Idrisov T.Sh., Koptelov M.V. The dynamics of the decline in work-related injuries and the economic efficiency of industrial safety measures in the Republic of Kazakhstan using the example of Ulba Metallurgical Plant JSC Kazatomprom JSC. *Nuclear Safety*. 2026;16(1):90–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.26583/gns-2026-01-10>

The dynamics of the decline in work-related injuries and the economic efficiency of industrial safety measures in the Republic of Kazakhstan using the example of Ulba Metallurgical Plant JSC Kazatomprom JSC

Tair Sh. Idrisov^{1,2} ✉, Matvey V. Koptelov^{2,3}

¹Ulba Metallurgical Plant JSC, Kazatomprom JSC, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

²National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russian Federation

³Situational and Crisis Centre of State Corporation Rosatom, Moscow, Russian Federation

✉ idrisovts@ulba.kz

Abstract. This paper examines injury dynamics and the economic effectiveness of industrial safety measures in the UMP JSC over 2020–2024. The study relies on internal reporting data: the number of lost-time injuries, the LTIFR indicator, and annual expenditures on occupational and industrial safety. A comparative time-series analysis of «injuries-expenditures» is performed, accounting for the specifics of beryllium processing (thermal and mechanical hazards, toxic beryllium aerosols). LTIFR declined from 0.18 (2020) and 0.28 (2021) to 0.00 in 2022–2024, coinciding with increased safety investments in 2022–2023 and subsequent cost optimization in 2024. The results indicate a systemic effect driven by a combination of engineering barriers (extraction and dust collection, local enclosures, interlocks, modernization of lifting equipment), control of high-risk work (hot, gas-hazardous, rigging, LOTO), and strengthened behavioral discipline. The trajectory of «zero LTIFR» aligns with the ALARP model and suggests positive economic returns on targeted safety investments. Limitations include data aggregation, lack of breakdown by incident type, and the absence of leading indicators (near misses, micro-injuries).

Keywords: industrial safety, LTIFR, occupational safety, high-risk work, economic efficiency

Введение

Безопасность труда в металлургическом производстве не может сводиться к формальному выполнению нормативных требований. В отличие от многих классических производственных процессов, металлургические переделы сопряжены не только с высокотемпературными режимами и рисками грузоподъемных операций, но и с воздействием токсичной пыли и аэрозолей. Даже кратковременное неконтролируемое воздействие таких факторов способно вызвать тяжелые заболевания дыхательной системы и привести к длительной утрате трудоспособности, придавая промышленной безопасности одновременно производственный и медико-гигиенический характер. В таких условиях охрана труда становится основой устойчивости технологического цикла и экономической стабильности предприятия, а не лишь социальной обязанностью работодателя.

В мировой практике управления профессиональными рисками подчеркивается переход от реактивного подхода («расследовать инцидент после того, как он произошел») к проактивному, ориентированному на предотвращение инцидентов и формирование барьеров до события [1]. Этот подход

отражен в современных системах управления охраной труда и производственной безопасностью (в частности, ISO 45001), а также в принципах управления процессной безопасностью (Process Safety Management), где ключевой акцент делается на идентификацию и устранение критических сценариев потери контроля над энергией, веществом или источником опасности [2].

Ульбинский металлургический завод (далее – АО «УМЗ») относится к числу предприятий повышенной опасности, в том числе и по причине наличия бериллиевого передела. Этот тип производства сочетает термические и механические факторы классической металлургии (расплавы, термообработка, транспортировка заготовок и изделий с использованием грузоподъемных механизмов) с химико-токсикологическими факторами (микродисперсные аэрозоли бериллия и его соединений). В таких условиях система управления безопасностью не может ограничиваться выполнением минимально установленных норм. Она вынуждена включать инженерные барьеры (аспирация, локальная вытяжка, экранирование зон плавки и механической обработки, контроль герметичности технологических узлов), управляемость критических операций (до-

пуск к газоопасным и горячим работам, контроль стропальных операций, энергозащита оборудования при обслуживании в логике lockout/tagout) и культуру безопасного поведения персонала [3].

Международные публикации различных авторов последовательно указывают, что устойчивое снижение травматизма в высокоопасных производствах достигается только при одновременном воздействии на три группы факторов: (i) техническое снижение опасных воздействий, (ii) управляемость технологических операций с повышенным риском, (iii) организационно-поведенческая зрелость – готовность персонала выявлять и сообщать о рисках до наступления инцидента [4–6]. Такой подход напрямую связан с экономикой предприятия: каждый тяжелый инцидент в бериллиевом переделе одновременно означает ущерб здоровью работника, простой технологической линии (часто уникальной и непрерывной), потенциальные экологические претензии и финансовые потери.

В этой связи, стратегической целью АО «УМЗ» является не только соответствие обязательным требованиям промышленной безопасности, но и достижение устойчиво нулевого уровня тяжелых производственных травм. На практике, целевой индикатор формулируется через показатель LTIFR – частоту травм с потерей трудоспособности, выраженную в случаях на 1 млн отработанных человеко-часов [7]. Важен не разовый спад, а удержание LTIFR на нулевом уровне в течение нескольких лет подряд, что указывает на реальную управляемость производственного риска, а не на статистическую флуктуацию.

Целью исследования является количественная оценка влияния совокупности технических, организационно-управленческих и поведенческих мер промышленной безопасности на динамику травматизма в бериллиевом производстве АО «УМЗ» в 2020–2024 гг. на основе сопоставления показателей LTIFR и числа несчастных случаев с потерей трудоспособности с объемами целевых затрат на охрану труда и промышленную безопасность.

Для достижения поставленной цели в ра-

боте решались следующие задачи:

- проанализировать динамику LTIFR и числа несчастных случаев с потерей трудоспособности в бериллиевом производстве АО «УМЗ» за 2020–2024 гг.;

- сопоставить выявленную динамику травматизма с изменением объемов затрат на охрану труда и промышленную безопасность;

- оценить устойчивость достигнутого нулевого уровня LTIFR с точки зрения принципа ALARP;

- идентифицировать ключевые группы мер (инженерные, организационные, поведенческие), обеспечившие снижение и удержание риска на достигнутом уровне.

Научная новизна настоящего исследования состоит в:

- эмпирическом обосновании устойчивого нулевого уровня LTIFR в условиях высокоопасного бериллиевого производства при переходе от фазы интенсивных инвестиций в безопасность к фазе их оптимизации;

- конкретизации применения принципа ALARP к металлургическому предприятию с бериллиевым переделом на основе совместного анализа динамики травматизма и структуры затрат на охрану труда и промышленную безопасность;

- интерпретации затрат на промышленную безопасность как формы инвестиционной деятельности предприятия, обеспечивающей не только снижение социального риска, но и повышение производственной устойчивости.

Материалы и методы исследований

В исследовании использованы данные внутренней отчетности по охране труда и промышленной безопасности бериллиевого производства АО «УМЗ» за 2020–2024 годы. Рассматривались три типа сведений:

- зарегистрированные несчастные случаи с потерей трудоспособности;

- показатель LTIFR (частота травм с потерей трудоспособности, выраженная в случаях на 1 млн отработанных человеко-часов);

- годовые затраты на охрану труда и промышленную безопасность, учитывающие как капитальные, так и эксплуатационные

расходы на мероприятия по снижению риска.

Такая структура данных позволяет анализировать безопасность не только с социальной точки зрения (фактическая травматичность персонала), но и с производственно-экономической: насколько стабильно удается удерживать управляемый уровень риска при заданном уровне финансирования.

Анализ проводился в два этапа. На первом этапе была изучена динамика показателей травматизма по годам. В расчет принимались как абсолютные значения (количество несчастных случаев с потерей трудоспособности в конкретном году), так и нормированный показатель LTIFR. Принципиально важно использовать именно нормированный показатель, поскольку он учитывает фактически отработанные человеко-часы и, тем самым, позволяет корректно сопоставлять разные годы даже при изменении загрузки производства и численности персонала. Это особенно актуально для участков бериллиевого передела, где режим работы и состав бригад могут меняться в зависимости от производственной программы.

На втором этапе сопоставлялась динамика травматизма с финансовыми данными предприятия. В рамках отчетности на охрану труда и промышленную безопасность учитываются расходы на технические меры (системы аспирации и пылеулавливания на операциях с образованием аэрозолей бериллия, локальные укрытия и экранирование опасных зон, модернизация грузоподъемного оборудования, обеспечение контролируемого доступа к горячим и газоопасным работам), а также организационные и поведенческие меры (обучение и инструктаж персонала, повышение дисциплины выполнения работ повышенной опасности, контроль соблюдения процедур стропальных операций и энергоразобщения оборудования перед обслуживанием). Именно поэтому, – затраты на охрану труда в данном случае трактуются как прямые инвестиции в предотвращение инцидентов.

Отдельно рассматривались три характерных периода, которые отчетливо просматриваются по данным предприятия. В 2020–2021 гг. фиксировались случаи травматизма

с потерей трудоспособности, показатель LTIFR оставался ненулевым. В 2022–2023 гг. на фоне роста затрат на охрану труда и промышленную безопасность предприятие достигает нулевых значений по LTIFR и отсутствия зарегистрированных несчастных случаев с потерей трудоспособности. В 2024 г. этот результат сохраняется, при том, что общие затраты на безопасность несколько снижаются по сравнению с пиковыми значениями предыдущего периода. Такой профиль дает возможность оценивать не только факт снижения травматизма, но и устойчивость достигнутого уровня безопасности.

При интерпретации результатов учитывалась специфика именно бериллиевого производства. В отличие от классических металлургических участков, где доминируют термические и механические риски (расплавы, грузоподъемные и стропальные операции, работа в горячих зонах), бериллиевый передел характеризуется дополнительным токсикологическим фактором – образованием и переносом аэрозолей бериллия [8]. Контроль пылегазовой среды, работоспособность аспирационных систем, герметичность технологических узлов и дисциплина персонала при обращении с пылеобразующими операциями в этом случае оказывают такое же влияние на безопасность, как экранирование горячих зон или модернизация грузоподъемных средств. По этой причине экономические данные по затратам на охрану труда рассматривались не формально, а именно как признак того, насколько последовательно предприятие инвестировало в инженерные барьеры, санитарно-гигиеническую защиту рабочих мест и управляемость работ повышенной опасности [9,10].

В совокупности такой подход позволил оценить, носит ли зафиксированное снижение частоты травм с потерей трудоспособности (в том числе достижение и удержание LTIFR на уровне 0,00) случайный характер, или же оно согласуется по времени с системными техническими и организационными мерами, внедренными в АО «УМЗ» в рассматриваемый период.

Результаты и их обсуждение

Анализ данных АО «УМЗ» за период 2020–2024 гг. показывает выраженное улучшение показателей охраны труда и промышленной безопасности. В 2020 г. на предприятии был зарегистрирован один несчастный случай с потерей трудоспособности; показатель LTIFR составил 0,18 случая на 1 млн отработанных человеко-часов. В 2021 г. число несчастных случаев увеличилось до двух, а LTIFR вырос до 0,28¹, что является максимальным значением за рассматриваемый период.

Тем не менее, уже начиная с 2022 г. предприятие демонстрирует принципиально иную картину: в 2022, 2023 и 2024 гг. несчастные случаи с потерей трудоспособности не регистрировались, а показатель LTIFR стабильно равен 0,00 (рис. 1).

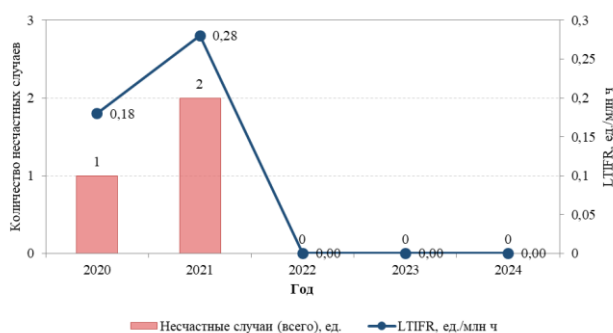


Рисунок 1. Динамика показателей травматизма (число несчастных случаев и LTIFR) в бериллиевом производстве АО «УМЗ» за 2020–2024 гг.

Figure 1. Dynamics of occupational injury indicators (number of incidents and LTIFR) in the beryllium production of UMP JSC, 2020–2024

Следовательно, за четырехлетний интервал 2021–2024 гг. на предприятии удалось снизить частоту травм с потерей трудоспособности с 0,28 до 0,00 и удерживать этот уровень последовательно три года подряд (2022–2024 гг.). В контексте высокоопасного бериллиевого производства это принципиально важный результат. Отсутствие зарегистрированных случаев с потерей трудоспособности на протяжении нескольких лет

¹ Производственная безопасность. АО «Ульбинский металлургический завод». – Ulba.kz. – 2025. – Режим доступа: <https://www.ulba.kz/ru/proizvodstvennaia-bezopasnost> (дата обращения: 28.10.2025).

подряд обычно не может быть объяснено только статистической дисперсией. Как правило, такая динамика отражает системные изменения в управлении рисками и дисциплине выполнения работ повышенной опасности.

Для интерпретации достигнутых значений травматизма необходимо учитывать экономическую сторону вопроса. На рисунке 2 показана динамика совокупных затрат на охрану труда и промышленную безопасность (далее – затраты на ОТ) за те же годы. В 2020 г. объем затрат на ОТ составил 1 382 325 тыс. тг, в 2021 г. – 1 608 726 тыс. тг. Начиная с 2022 г. фиксируется резкое увеличение финансирования: до 2 102 982 тыс. тг в 2022 г. и до 2 814 728 тыс. тг в 2023 г. В 2024 г. расходы остаются высокими, но несколько снижаются – до 1 997 480 тыс. тг. При этом показатели травматизма остаются на нулевом уровне.

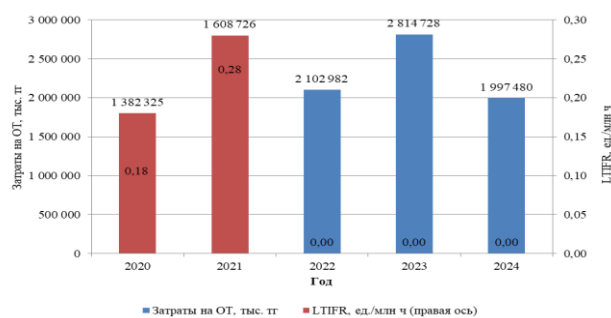


Рисунок 2. Затраты на охрану труда и промышленную безопасность в бериллиевом производстве АО «УМЗ», 2020–2024 гг.

Figure 2. Occupational safety and industrial safety spending in the beryllium production of UMP JSC, 2020–2024

Сопоставление данных по рисункам 1 и 2 позволяет выделить три характерных этапа.

Первый этап (2020–2021 гг.) можно охарактеризовать как период остаточного риска. На этом этапе регистрируются инциденты с потерей трудоспособности (1 случай в 2020 г. и 2 случая в 2021 г.), LTIFR остается ненулевым (0,18 и 0,28), а финансовые вложения в охрану труда и промышленную безопасность находятся на уровне до 1,6 млрд тенге в год. Это состояние можно считать типичным для опасного производства, где травматизм присутствует, но управляется в рамках нормативных требований.

Второй этап (2022–2023 гг.) характеризуется одновременно двумя признаками: резким ростом затрат на ОТ и одновременным снижением травматизма до нулевого уровня. Уже в 2022 г. LTIFR принимает значение 0,00, несчастные случаи с потерей трудоспособности не фиксируются, и эта тенденция сохраняется в 2023 году. На эту же фазу приходится максимальный объем финансирования мер безопасности: рост затрат более чем на миллиард тенге по сравнению с уровнем 2020 года. Такой сдвиг интерпретируется как фаза интенсивного вмешательства, когда предприятие последовательно усиливает технические и организационные барьеры на ключевых операциях бериллиевого передела.

Для АО «УМЗ» это, как правило, включает модернизацию и экранирование опасных участков, повышение надежности грузоподъемных средств и оснастки, ужесточение контроля горячих, газоопасных и стропальных работ, внедрение процедур энергообобщения оборудования при обслуживании, а также усиление аспирации и локальных отсосов на операциях с образованием токсичной бериллиевой пыли. Существенным элементом является и дисциплина допуска к работам повышенной опасности, то есть управляемость человеческим фактором. Такой тип мероприятий, судя по временной привязке, оказывается достаточным для того, чтобы вывести показатель LTIFR на нулевой уровень и исключить случаи потери трудоспособности.

Третий этап (2024 г.) можно рассматривать как этап удержания достигнутого состояния риска. В 2024 г. предприятие сохраняет нулевые значения LTIFR и отсутствие несчастных случаев с потерей трудоспособности, при этом прямые затраты на охрану труда и промышленную безопасность несколько снижаются по сравнению с пиковыми значениями 2023 года. Это указывает на переход от режима «догоняющих инвестиций», когда ключевые барьеры строятся и внедряются, к режиму сопровождения и контроля уже внедренной системы. Экономически это означает, что значительная часть риска была снята за счет одноразовых или капиталоемких мер, после чего поддер-

жание достигнутого уровня безопасности требует относительно меньших, но стабильных эксплуатационных расходов.

С инженерно-управленческой точки зрения, такая динамика согласуется с принципом ALARP (As Low As Reasonably Practicable): частота тяжелых травм снижается до практически нулевого уровня, а дальнейшее ее уменьшение требует несопоставимого роста затрат по сравнению с дополнительным выигрышем по безопасности. В этих условиях последующие ресурсы рационально направлять не на постоянную установку новых барьеров, а на удержание достигнутого уровня за счет контроля дисциплины, своевременного обслуживания оборудования и поддержания эффективности инженерных систем защиты (систем аспирации, локальных укрытий, блокировок, ограждений и т.д.).

Полученные результаты имеют и экономическое значение. Каждый тяжелый инцидент несет комбинированный ущерб: это не только потеря трудоспособности работника и прямые компенсационные выплаты, но также вынужденный простой технологического участка, возможный перезапуск уникального оборудования, риск неконтролируемого выброса пыли бериллия и, как следствие, претензии со стороны надзора. На этом фоне рост затрат на охрану труда и промышленную безопасность до 2,1–2,8 млрд тенге в 2022–2023 гг. может рассматриваться как инвестиция в предотвращение потенциально значительно более высоких потерь. Факт того, что после пика затрат предприятие смогло удержать нулевой травматизм и одновременно скорректировать уровень расходов (2024 г.) без ухудшения показателей безопасности, указывает на положительную отдачу от этих инвестиций.

Следует отметить ограничения проведенного анализа.

Во-первых, в работе использовались сводные данные предприятия без детализации по видам происшествий, цехам и факторам травмирования. Это не позволяет в явном виде установить, какие именно классы рисков (термические ожоги, травмы при стропально-грузоподъемных операциях,

воздействие аэрозолей бериллия и т.д.) были устранены или снижены в наибольшей степени.

Во-вторых, оценка ограничена показателями, относящимися к инцидентам с потерей трудоспособности. Легкие травмы без потери трудоспособности, микротравмы, а также сообщения о потенциально опасных ситуациях (near miss) в текущий анализ не включены. Наконец, исследование опирается на внутреннюю отчетность предприятия; при интерпретации результатов следует учитывать полноту и единообразие корпоративной регистрации событий по годам.

Тем не менее, общая картина, сформированная на основе объективных производственных показателей, однозначна: в АО «УМЗ» за период 2020–2024 гг. достигнуто и удержано устойчивое нулевое значение показателя LTIFR при одновременном росте, а затем оптимизации инвестиций в охрану труда и промышленную безопасность. Это позволяет рассматривать безопасность не как побочный аспект производственной деятельности, а как управляемый элемент производственной эффективности.

Заключение

Основным результатом проведенного исследования является установление устойчивой взаимосвязи между ростом целевых затрат на охрану труда и промышленную безопасность и снижением показателя LTIFR до нулевых значений в бериллиевом производстве АО «УМЗ», а также сохранением достигнутого уровня риска при последующей оптимизации расходов. Показано, что последовательная реализация инженерных и организационно-поведенческих мер обеспечивает снижение частоты травм с потерей трудоспособности от 1–2 случаев в год (LTIFR 0,18–0,28 в 2020–2021 гг.) до LTIFR = 0,0 и отсутствия случаев в 2022–2024 гг.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что нулевые значения LTIFR в течение трех последовательных лет являются не случайной статистической вариацией, а проявлением системного эффекта от совокупности реализованных мер. Ключевыми факторами эффективности выступили: модерниза-

ция инженерных барьеров на критических операциях бериллиевого передела (аспирация и локальные отсосы, герметизация узлов, экранирование и блокировки), повышение управляемости работ повышенной опасности (горячие, газоопасные, стропально-грузоподъемные, процедуры ЛОТО), а также укрепление дисциплины и культуры безопасного поведения. Удержание нулевого уровня травматизма при умеренном снижении расходов в 2024 г. указывает на переход к режиму сопровождения и контроля уже внедренной системы (ALARP), когда основная часть риска снята, а дальнейшая эффективность достигается за счет поддержания работоспособности барьеров и управленческой дисциплины.

Именно поэтому, траектория «рост инвестиций в безопасность – снижение LTIFR до нуля – последующая оптимизация затрат при удержании достигнутого уровня риска» может рассматриваться как пример экономически обоснованного применения принципа ALARP в условиях высокоопасного металлургического производства с бериллиевым переделом. Это подтверждает, что инвестиции в безопасность в данном случае выступают не только социально значимыми, но и экономически целесообразными.

С учетом полученных результатов целесообразно определить следующие приоритеты дальнейшей работы:

- углубление цифрового мониторинга состояния инженерных систем и соблюдения процедур работ повышенной опасности (аспирация, ЛОТО, допуски) с использованием предиктивной аналитики;
- таргетированное обучение и наставничество с учетом стажа, профессии и участия в работах повышенной опасности;
- регулярные независимые оценки эффективности системы (внешние аудиты, peer-review критических операций);
- интеграция санитарно-гигиенических параметров (аэрозоли бериллия, эффективность фильтрации, результаты производственного контроля воздуха) в единый контур оценки риска наряду с травматизмом;
- экономическая оптимизация портфеля мер на основе маржинальной отдачи («затраты – предотвращенный ущерб»).

Перспективы дальнейших исследований связаны с построением прогнозных моделей LTIFR и опережающих индикаторов (near miss, поведенческие наблюдения, отказоустойчивость систем аспирации), оценкой долгосрочного эффекта от сочетания техни-

ческих и организационных мер в бериллиевом производстве, а также с разработкой методик сопоставления затрат на безопасность с предотвращенными потерями для обоснования оптимального уровня инвестиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Усикова О.В. Механизм выбора и внедрения проактивных методов управления охраной труда. *Экономика Профессия Бизнес*. 2025;1:126-131. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-vybora-i-vnedreniya-proaktivnyh-metodov-upravleniya-ohranoy-truda/viewer> (дата обращения: 15.10.2025).

Usikova O.V. Mechanism for selecting and implementing proactive methods of occupational safety management. *Economy Profession Business*. 2025;1:126-131. (in Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-vybora-i-vnedreniya-proaktivnyh-metodov-upravleniya-ohranoy-truda/viewer> (accessed: 15.10.2025).

2. Кузнецова Е.А. Обзор научных исследований в области управления безопасностью: международный опыт. *Креативная экономика*. 2024;18(12):3933-3954. <https://doi.org/10.18334/ce.18.12.122450>

Kuznetsova E.A. Review of research in the field of safety management: international experience. *Creative Economy*. 2024;18(12):3933-3954. (in Russ.). <https://doi.org/10.18334/ce.18.12.122450>

3. Зуева А.А. Создание проактивной культуры безопасности на промышленном предприятии посредством внедрения поведенческого аудита безопасности. *Путь в науку. Прикладные науки. Промышленность*. 2024;55:182-184. Режим доступа: https://journals.psu.by/specialists_industry/article/view/6964 (дата обращения: 15.10.2025).

Zueva A.A. Creating a proactive safety culture at an industrial enterprise through the introduction of behavioral safety audits. *The Path to Science. Applied Sciences. Industry*. 2024;55:182-184. (in Russ.). Available at: https://journals.psu.by/specialists_industry/article/view/6964 (accessed: 15.10.2025).

4. Suhara A., Nanda R.A., Dewadi F.M., Karyadi K. Risk Management in the manufacturing production process: integration of automation technology and machine safety. *Public Health and Safety International Journal*. 2024;4(2):164-167. <https://doi.org/10.55642/phasij.v4i02.884>

5. Qureshi M. Building proactive organizational resilience against the risk of major process safety incidents. *Process Safety Progress*. 2022;42:48-55. <https://doi.org/10.1002/prs.12411>

6. Reader T., Mearns K., Lopes C., Kuha J. Organizational support for the workforce and employee safety citizenship behaviors: A social exchange relationship. *Human Relations*. 2017;70:362-385. <https://doi.org/10.1177/0018726716655863>

7. Искаков М.М., Медведева Ю.М. Анализ динамики травматизма и промышленной безопасности на уранодобывающем предприятии. *Глобальная ядерная безопасность*. 2025;15(3):108-115. <https://doi.org/10.26583/gns-2025-03-09>

Iskakov M.M., Medvedeva Yu.M. Analysis of injury dynamics and industrial safety at a uranium mining enterprise. *Nuclear Safety*. 2025;15(3):108-115. (in Russ.). <https://doi.org/10.26583/gns-2025-03-09>

8. Токбергенев Е.Т., Досмухаметов А.Т., Аскараров К.А., Амрин М.К., Аскараров Д.М., Бейсенбинова Ж.Б. Оценка аэрогенного риска для здоровья населения, проживающего в регионе расположения Ульбинского металлургического завода. *Анализ риска здоровью*. 2022;4:45-55. Режим доступа: <https://journal.fcrisk.ru/sites/journal.fcrisk.ru/files/upload/article/646/health-risk-analysis-2022-4-4.pdf> (дата обращения: 15.10.2025).

Tokbergenov E.T., Dosmukhametov A.T., Askarov K.A., Amrin M.K., Askarov D.M., Beysenbinova Zh.B. Assessment of aerogenic health risk for the population living in the region of the ulba metallurgical plant location. *Health Risk Analysis*. 2022;4:45-55. (in Russ.). Available at: <https://journal.fcrisk.ru/sites/journal.fcrisk.ru/files/upload/article/646/health-risk-analysis-2022-4-4.pdf> (accessed: 15.10.2025).

9. Егорова А.И., Яковлев В.А. Роль охраны труда в увеличении производительности и экономической эффективности. *Московский экономический журнал*. 2024;3:515-525. Режим доступа: <https://ecience.ru/en/nauka/article/81696/view> (дата обращения: 15.10.2025).

Egorova A.I., Yakovlev V.A. The role of occupational safety in increasing productivity and economic efficiency. *Moscow Economic Journal*. 2024;3:515-525. (in Russ.). Available at: <https://ecience.ru/en/nauka/article/81696/view> (accessed: 15.10.2025).

10. Горина М.С. Оценка рисков и угроз экономической безопасности предприятия. *Естественно-гуманитарные исследования*. 2024;3(53):113-119. Режим доступа: <https://academiyadt.ru/wp-content/uploads/egi/egi-53.pdf> (дата обращения: 15.10.2025).

Gorina M.S. Risk and threat assessment of an enterprise's economic security. *Natural and Humanitarian Studies*. 2024;3(53):113-119. (in Russ.). Available at: <https://academiyadt.ru/wp-content/uploads/egi/egi-53.pdf> (accessed: 15.10.2025).

ВКЛАД АВТОРОВ:

Идрисов Т.Ш. – изучение проблематики, формирование методического аппарата анализа и оценки предметной области исследования, написание текста статьи;

Коптелов М.В. – концептуализация и качественная разработка исследования, внесение корректив и уточнений в работу.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ:

Работа выполнена без внешних источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Таир Шингысканович Идрисов, главный технический руководитель по охране труда и охране окружающей среды Бериллиевого производства АО «Ульбинский металлургический завод» АО «НАК «Казатомпром», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан; магистр, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Российская Федерация.

e-mail: idrisovts@ulba.kz

Матвей Викторович Коптелов, кандидат экономических наук, Н начальник информационно-аналитического центра ОСЧС, Частное учреждение по информационно-аналитическому обеспечению «Ситуационно-кризисный Центр Росатома», г. Москва, Российская Федерация; доцент кафедры № 71 Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Российская Федерация.

e-mail: MKoptelov@skc.ru

AUTHORS' CONTRIBUTION:

Idrisov T.Sh. – studying the issues, developing of a methodological framework for analyzing and evaluating the subject area of research, writing the article's text;

Koptelov M.V. – conceptualisation and qualitative development of the research, making adjustments and clarifications to the work.

FUNDING:

The study had no external funding.

CONFLICT OF INTEREST:

There is no conflict of interest.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tair Sh. Idrisov, Chief Technical Officer of Labor and Environmental Protection, Berillyevo Production, Ulba Metallurgical Plant JSC, Kazatomprom JSC, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan; Master's Degree, National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russian Federation.

email: idrisovts@ulba.kz

Matvey V. Koptelov, Can. Sci. (Econ.), Head of the Information and Analytical Centre, Situational and Crisis Centre of State Corporation Rosatom, Moscow, Russian Federation; Associate Professor of Department №71, National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russian Federation.

e-mail: MKoptelov@skc.ru

Поступила в редакцию / Received 26.11.2025

После доработки / Revision 20.02.2026

Принята к публикации / Accepted 24.02.2026