

Л.И. Воробинская, Н.М. Яицкова

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В МЕТАЛЛУРГИИ: РИСКИ, ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ

Аннотация. В статье рассмотрены основные опасные факторы, действующие на работников металлургических предприятий. Проанализированы данные о производственном шуме как ведущем профессиональном риске. Приведены требования нормативных документов, регламентирующих охрану труда в отрасли. Описаны цифровые инструменты контроля безопасности, внедряемые на ведущих предприятиях. На примерах компаний «Северсталь», ММК и «Русская медная компания» показаны подходы к управлению профессиональными рисками и интеграции принципов устойчивого развития в охрану труда. Сделан вывод о необходимости сочетания технических, технологических и управленческих мер для снижения травматизма.

Ключевые слова: охрана труда, металлургия, профессиональные риски, производственный шум, цифровые технологии, риск-ориентированный подход, устойчивое развитие.

Для цитирования: Воробинская, Л. И. Современные подходы к обеспечению безопасности труда в металлургии: риски, технологии и управленческие практики / Л. И. Воробинская, Н. М. Яицкова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 2. – С. 20–26. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_2_20.

Металлургия – системообразующая отрасль промышленности России. Производство металлов включает сложные технологические процессы, которые несут прямые опасности для здоровья и жизни работников. Несмотря на то, что общее число несчастных случаев со смертельным исходом в стране сокращается, традиционных подходов к охране труда уже недостаточно. На отраслевом совещании Роструда 16 июня 2026 года отмечено: ключевое значение приобретают технологические решения и системное управление рисками [6]. В настоящей статье рассмотрены основные опасные факторы, действующие на металлургических предприятиях, современные методы их оценки, нормативные требования и практические примеры снижения травматизма в отрасли.

На металлургических предприятиях действует комплекс опасных факторов [7]. К ним относятся:

- высокие температуры, работа с расплавленным металлом;
- промышленный транспорт и грузоподъемные механизмы;
- подвижные элементы оборудования;
- шум, вибрация;
- загазованность и запыленность воздуха;
- токсичные вещества;
- электрический ток;
- физические и нервно-психические нагрузки.

Несмотря на модернизацию производства, металлургическая отрасль сохраняет высокий уровень профессионального риска. По данным Горно-металлургического профсоюза России, в 2025 году на металлургических и рудных предприятиях страны пострадали 768 человек, 44 из них погибли. В числе самых распространённых причин травм – воздействие

движущихся, вращающихся и разлетающихся предметов, падение с высоты, а также воздействие электротока. Профсоюзные инспекции отмечают, что главным виновником большинства несчастных случаев остаётся человеческий фактор – невнимательность, поспешность и неосторожность работников, а также недостаточный контроль со стороны руководителей за ходом выполнения работ.

Существенной проблемой остаётся профессиональная заболеваемость. В 2025 году выявлен 543 случая профзаболеваний. В структуре патологии лидируют вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость, силикоз и хронические заболевания органов дыхания. При этом наблюдается тенденция к росту коморбидной патологии — сочетания нескольких профессиональных заболеваний у одного работника. Исследования показывают, что у работников никелевой промышленности доля таких случаев за 14 лет выросла с 0 до 83,3%, а число заболеваний на одного работника увеличилось в 3,17 раза. Это связано с сочетанным воздействием вредных факторов – химических веществ, тяжести труда, шума и вибрации.

Отдельного внимания заслуживает проблема качества специальной оценки условий труда (СОУТ). Как отмечают эксперты профсоюзов, при проведении СОУТ часто недооценивается время воздействия вредных факторов на работника, а единой утверждённой методики его определения не существует. Это создаёт предпосылки для формального подхода и возможной фальсификации результатов, что влечёт за собой недоучёт реальных рисков и недостаточность профилактических мер. Кроме того, нередко случаи, когда работодатели не в полной мере используют данные СОУТ для организации обязательных медицинских осмотров, хотя в ряде случаев даже при допустимом классе условий труда (2.0) работники подлежат медосмотрам в соответствии с приказом Минздрава № 29н [19].

Согласно данным государственных докладов, доля рабочих мест, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям по шуму, за последние пять лет выросла с 14,85% в 2020 году до 17,34% в 2024 году [1, 2, 3]. В структуре профессиональной патологии от физических факторов производственной среды нейросенсорная тугоухость занимает лидирующее место. В металлургии более половины работников (51,1%) заняты во вредных условиях именно по акустическим факторам [8].

В отрасли внедряется риск-ориентированный подход к охране труда. Его цель – предупреждение происшествий, а не реагирование на инциденты. Директор Департамента условий и охраны труда Минтруда России Г. Молебнов отметил: этот подход позволяет сосредоточить усилия на управлении рисками и выявить недостатки в системах безопасности до того, как произойдет нежелательный исход [6].

Основной документ, регламентирующий охрану труда на предприятиях металлургического комплекса, – Правила по охране труда при обработке металлов (приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 887н) [9]. Правила устанавливают требования для литейного производства, обработки металлов, кузнечно-прессовых работ, термической обработки, нанесения покрытий, обработки резанием, работ с давлением и испытаний.

Правила распространяются на такие виды работ, как токарная, фрезерная и сверлильная обработка, термическая обработка, плавка в печах, закалка в ваннах, сварочные и газоплазменные операции [8].

Согласно правилам, работодатель обязан обеспечить:

- автоматизацию и герметизацию процессов с вредными факторами;
- механизацию и автоматизацию ручного труда;
- замену токсичных веществ менее токсичными;
- блокировочные устройства, сигнализацию, аварийное отключение;
- безопасное хранение и транспортировку материалов [9].

Правила служат основой для разработки инструкций, организации обучения, определения работ с повышенными требованиями безопасности и идентификации опасностей при оценке рисков [8].

В металлургии активно внедряются цифровые инструменты контроля. Например, в Группе ММК уполномоченные по охране труда используют систему «Навигатор безопасности». С ее помощью фиксируются замечания, фотографируются нарушения, отслеживается их устранение. Система ведет учет по видам и локациям нарушений [1]. Среди инновационных решений: видеоаналитика, датчики контроля вредных веществ в воздухе, системы «Антисон» и «Антинаезд» на горнотранспортном оборудовании, промышленные экзоскелеты, тренировочные полигоны для отработки навыков работы на высоте [2].

Применение персональных шумомеров также относится к цифровым инструментам, позволяющим проводить длительный мониторинг (до 46 часов) с последующей обработкой данных. Это дает возможность достоверно оценить индивидуальный профессиональный риск и определить приоритетность мер на каждом рабочем месте [10].

Одним из наиболее перспективных направлений является использование систем видеоаналитики для контроля за соблюдением правил безопасности в реальном времени. В Китае компания CERI разработала систему «CERI SmartEye» для автоматизации процесса подъема ковша в вакууматорах RH. Система использует архитектуру «модель + компьютерное зрение» и обеспечивает полностью автоматическое управление подъемом и опусканием ковша. Благодаря двойному резервированию и механизму превентивного опускания перед разгерметизацией система предотвращает риск перелива жидкой стали [12].

В России аналогичные решения внедряет «Северсталь». На Череповецком металлургическом комбинате завершилось тестирование цифровой платформы «СОВА», которая на основе штатных камер видеонаблюдения отслеживает восемь видов нарушений безопасности – отсутствие касок, перчаток, очков, нахождение в опасных зонах, несоблюдение правил погрузки. При обнаружении опасной ситуации система мгновенно отправляет сигнал в цех, чтобы сотрудники успели среагировать до того, как случится беда. За время испытаний «СОВА» выявила более 400 нарушений, ранее остававшихся незамеченными [13].

Группа ММК внедряет систему предотвращения нахождения персонала в опасных зонах на базе искусственного интеллекта. Система обеспечивает круглосуточное наблюдение в производственных помещениях и подает предупредительный сигнал на персональное устройство работника при приближении к опасной зоне. В доменном цехе ММК система интегрирует данные локального позиционирования с носимых устройств, видеонаблюдение и видеоаналитику, что позволяет не только предотвращать нахождение сотрудников в опасных зонах, но и уменьшать количество травм [14].

Зарубежные исследователи активно развивают системы предиктивной аналитики для предотвращения аварий. Канадские ученые из Политехнической школы Монреаля совместно с компанией Rio Tinto разработали модели прогнозирования температуры стенок электродуговых печей на основе нейросетей LSTM и GRU. Главный риск эксплуатации таких печей — прорыв расплава (run-out), возникающий из-за разрушения футеровки. Разработанная модель прогнозирует температуру стенки с точностью 0,29% средней абсолютной процентной ошибки, что позволяет оператору своевременно корректировать режим работы печи и предотвращать аварию [15].

В статье «Оценка влияния автоматизации на риск аварий при выплавке стали» (журнал «Черная металлургия», 2024) рассматриваются риски, связанные с автоматизацией технологических процессов. Авторы отмечают, что автоматизация, повышая эффективность и безопасность, одновременно вносит новые элементы риска – от технических сбоев до психологического воздействия на персонал. Поэтому необходимо применять методы управления, основанные на анализе вероятных сценариев аварий и идентификации возможных негативных последствий [16].

Обзорная статья китайских исследователей «Application status and prospect of intelligent safety monitoring system in ironworks» (журнал «China Metallurgy», 2026) систематизирует эволюцию систем мониторинга безопасности в металлургии – от обязательного управления до

интеллектуального прогнозирования. В основе современных систем лежит концепция «Человек-Машина-Материал-Среда-Процесс». Значительные прорывы достигнуты в многосенсорном восприятии информации, интеллектуальной идентификации рисков и кросс-системном координированном оповещении. Системы позволяют выявлять нарушения в работе оборудования и прогнозировать неисправности на протяжении всего жизненного цикла. На предприятиях Wuhan Iron and Steel и Liuzhou Iron and Steel системы интеллектуального мониторинга уже дали измеримые результаты в сокращении простоев доменных печей, повышении производительности труда и оптимизации энергопотребления [17].

В статье «Forging the Future: Advanced Automation in Converter Steelmaking for a Sustainable Twin Transition» (BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 2026) представлена концепция «Автономного завода», разработанная компанией Primetals Technologies. Основной целью является минимизация вмешательства человека в производственные процессы за счет удаленного мониторинга, объединенного управления и центрального пульта управления. Экспертные системы, такие как BOF Tapping Expert с оптической системой на основе ИИ, автоматизируют критические операции, повышая безопасность за счет снижения участия человека. Цифровой ассистент ALEX (Asset Life Expert) предоставляет интеллектуальную поддержку при обработке аварийных сигналов, используя круглосуточно доступные цифровые знания опытных операторов [18].

Таким образом, современные технологии обеспечения безопасности в металлургии развиваются по четырем основным направлениям: 1) видеоаналитика и компьютерное зрение для контроля соблюдения правил безопасности в реальном времени; 2) системы прогнозирования на основе нейросетей для предотвращения аварий оборудования; 3) интеграция данных позиционирования, видеонаблюдения и технологических параметров для комплексного мониторинга; 4) концепция автономного завода с минимизацией человеческого участия в опасных операциях. Российские компании («Северсталь», ММК) внедряют решения, сопоставимые с лучшими зарубежными практиками, что подтверждает эффективность технологического подхода к управлению промышленной безопасностью.

Выявленные риски и методы их контроля напрямую связаны с реализацией принципов устойчивого развития в металлургии. В исследовании Мазина и соавторов устойчивое развитие промышленного предприятия рассматривается с учетом четырех компонентов: экономической эффективности, социальной ответственности, экологической безопасности и инновационно-технологической динамики [11].

Группа ММК интегрировала принципы ESG в стратегическое планирование. В 2025 году достигнуты следующие результаты: целевой показатель LITIF (частоты травм с потерей трудоспособности) снижен до 0,44; вовлеченность персонала достигла 75,5%; расходы на охрану труда составили 3,6 млрд руб. (+20% к 2024 году); природоохранные расходы — 22,5 млрд руб. (+26%) [4].

В 2024 году ММК первой в отрасли запустила автоматизированную систему расчета выбросов парниковых газов, прошедшую международную валидацию TÜV AUSTRIA. В 2025 году валовые выбросы CO₂ сократились на 4,8% [5].

Также в качестве примера эффективных практик может служить опыт «Северстали», которая одна из первых сертифицировала систему управления охраной труда и промышленной безопасностью по стандартам OHSAS 18001 и ISO 45001 [3]. В компании выстроена система превентивных мер, которая объединяет рейтинговый аудит, оценку рисков, поведенческие беседы, аудит производственных операций и дисциплинарную работу с нарушителями [5].

В АО «Русская медная компания» благодаря комплексу мер в 2025 году число случаев тяжелого и смертельного травматизма и профзаболеваний равно нулю. Это отметил вице-президент АО «РМК» В. Вуколов [2].

Обеспечение безопасности труда на металлургических предприятиях требует комплексного подхода, включающего:

- внедрение риск-ориентированного подхода для предупреждения происшествий;
- соблюдение Правил по охране труда при обработке металлов (ПОТ № 887н), актуализацию локальных документов и обучение персонала;
- использование цифровых технологий (видеоаналитика, датчики, персональные шумомеры, автоматизированные системы учета);
- повышение мотивации персонала и формирование культуры безопасности;
- сертификацию процессов управления охраной труда по международным стандартам;
- интеграцию принципов устойчивого развития и ESG-факторов в стратегию предприятия.

Показатели ведущих компаний – ММК, «Северстали», «Русской медной компании» – подтверждают, что сочетание технических, технологических и управленческих мер позволяет существенно снизить производственный травматизм. Работа в области охраны труда должна быть непрерывной на всех уровнях – от руководства до рядовых сотрудников.

Список литературы

1. Как «цифру» внедряют в охрану труда. – URL: <https://www.gmpr74.ru/news/kak-tsifru-vnedryayut-v-okhranu-truda>
2. Безопасность – основа профессии: как защищают работников в металлургии. – URL: <https://git18.rostrud.gov.ru/news/1590575.html>
3. Северсталь (Severstal). Программа «Единый стандарт». Ключевые правила безопасности. – URL: <https://www.namvd.ru/severstal-severstal-eto-oao-severstal-programma-edinyi-standart/>
4. Годовой отчет ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» за 2025 год. – URL: <https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=9&type=2>
5. Годовой отчет ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» за 2024 год. – URL: <https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=9&type=2>
6. В Роструде прошло отраслевое совещание с металлургическими компаниями. – URL: <https://journal.ecostandard.ru/reports/vnot-2026/v-nbsp-rostrude-proshlo-otraslevoe-soveshchanie-s-nbsp-metallurgicheskimi-kompaniyami/>
7. Харлова, Е. И. Анализ состояния травматизма и профессиональных заболеваний на предприятиях металлургической отрасли // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2024. – № 1(48). – С. 97-102, eISSN: 3034-4441
8. Правила по охране труда при обработке

References

1. How digital technologies are being introduced into occupational safety. – URL: <https://www.gmpr74.ru/news/kak-tsifru-vnedryayut-v-okhranu-truda>
2. Safety is the foundation of the profession: how workers are protected in the metallurgy industry. – <https://git18.rostrud.gov.ru/news/1590575.html>
3. Severstal. Unified Standard Program. Key Safety Rules. – URL: <https://www.namvd.ru/severstal-severstal-eto-oao-severstal-programma-edinyi-standart/>
4. Annual Report of PJSC Magnitogorsk Iron and Steel Works for 2025. – URL: <https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=9&type=2>
5. Annual Report of PJSC Magnitogorsk Iron and Steel Works for 2024. – URL: <https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=9&type=2>
6. Rostrud held an industry meeting with metallurgical companies. – URL: <https://journal.ecostandard.ru/reports/vnot-2026/v-nbsp-rostrude-proshlo-otraslevoe-soveshchanie-s-nbsp-metallurgicheskimi-kompaniyami/>
7. Kharlova, E. I. Analysis of the state of injuries and occupational diseases at enterprises of the metallurgical industry // Vesti Automobile and Road Institute. - 2024. - No. 1 (48). - P. 97-102, eISSN: 3034-4441
8. Occupational safety rules for

металлов. Анализ ПОТ № 887н. – <https://ot-media.ru/workshop/razbory/pravila-po-okhrane-truda-pri-obrabotke-metallov-chto-nuzhno-znat-specialistu-po>

9. Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов (с изм. на 29.04.2025). – <https://base.safework.ru/law?doc&nd=33300131>

10. **Мартин С. В., Федорук А. А., Кудряшов И. Н., Газимова В. Г.** Оценка индивидуального профессионального риска от воздействия шума у работников металлургического производства // Медицина труда и экология человека. 2026. №2. <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-individualnogo-professionalnogo-riska-ot-vozdeystviya-shuma-u-rabotnikov-metallurgicheskogo-proizvodstva>

11. **Мазин А. Л., Егоров Е. Е., Корнев И. С., Вишневецкая А. В., Набиев А. В.** Содержание концепции устойчивого развития и ее реализация в металлургическом комплексе // Финансовые рынки и банки. – 2026. – №. – С. 631-637. <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya-i-ee-realizatsiya-v-metallurgicheskom-komplekse>

12. CERI SmartEye: Visual AI Drives New Breakthrough in Intelligent Ladle Jacking. – CERI, 2026. – URL: <https://www.ceri.com>

13. «Северсталь» внедряет цифровой контроль за промышленной безопасностью. – РБК, 2026. – URL: <https://www.rbc>.

14. ММК внедрил в доменном цехе систему безопасности на базе ИИ. – russia24.pro, 2026. – URL: <https://russia24.pro>

15. Safety soft sensor development for pilot-scale ilmenite electric arc furnace using long short-term memory-based architecture. – Wiley Online Library, 2026. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com>

16. Оценка влияния автоматизации на риск аварий при выплавке стали // Черная металлургия. – 2024. – №.

17. Application status and prospect of intelligent safety monitoring system in ironworks // China Metallurgy. – 2026. – №.

18. Forging the Future: Advanced Automation in Converter Steelmaking for a Sustainable Twin Transition // BHM Berg- und

metalworking. Analysis of Occupational Safety Regulations No. 887n. – <https://ot-media.ru/workshop/razbory/pravila-po-okhrane-truda-pri-obrabotke-metallov-chto-nuzhno-znat-specialistu-po>

9. On approval of the Rules for labor protection in metalworking (as amended on April 29, 2025). – <https://base.safework.ru/law?doc&nd=33300131>

10. **Martin S. V., Fedoryuk A. A., Kudryashov I. N., Gazimova V. G.** Assessment of individual professional risk from exposure to noise in workers in metallurgical production // Occupational Medicine and Human Ecology. 2026. No. 2. <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-individualnogo-professionalnogo-riska-ot-vozdeystviya-shuma-u-rabotnikov-metallurgicheskogo-proizvodstva>

11. **Mazin A. L., Egorov E. E., Kornev I. S., Vishnevetskaya A. V., Nabiev A. V.** The content of the concept of sustainable development and its implementation in the metallurgical complex // Financial markets and banks. - 2026. - No. - P. 631-637. <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya-i-ee-realizatsiya-v-metallurgicheskom-komplekse>

12. CERI SmartEye: Visual AI Drives New Breakthrough in Intelligent Ladle Jacking. – CERI, 2026. – URL: <https://www.ceri.com>

13. Severstal introduces digital control over industrial safety. – RBC, 2026. – URL: <https://www.rbc>.

14. MMK has implemented an AI-based security system in its blast furnace shop. – russia24.pro, 2026. – <https://russia24.pro>

15. Safety soft sensor development for pilot-scale ilmenite electric arc furnace using long short-term memory-based architecture. – Wiley Online Library, 2026. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com>

16. Assessment of the impact of automation on the risk of accidents in steel smelting // Ferrous Metallurgy. - 2024. - No.

17. Application status and prospect of intelligent safety monitoring system in ironworks // China Metallurgy. – 2026. – №.

18. Forging the Future: Advanced Automation in Converter Steelmaking for a Sustainable Twin Transition // BHM Berg-

Hüttenmännische Monatshefte. – 2026. – Springer.

19. Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации ...»

und Hüttenmännische Monatshefte. – 2026. – Springer.

19. Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации ...»

L.I. Vorobinskaya, N.M. Yaitskova

MODERN APPROACHES TO OCCUPATIONAL SAFETY IN METALLURGY: RISKS, TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT PRACTICES

Abstract. The article examines the main hazardous factors affecting workers at metallurgical enterprises. Data on occupational noise as a leading professional risk are analyzed, including the results of individual dosimetry using personal noise dosimeters. The requirements of regulatory documents governing occupational safety in the industry are presented. Digital safety control tools implemented at leading enterprises are described. Using the examples of Severstal, MMK and Russian Copper Company, approaches to professional risk management and integration of sustainable development principles into occupational safety are shown. The conclusion is made about the need to combine technical, technological and managerial measures to reduce injuries.

Keywords: occupational safety, metallurgy, professional risks, occupational noise, digital technologies, risk-based approach, sustainable development.

For citation: Vorobinskaya, L. I. Modern Approaches to Occupational Safety in Metallurgy: Risks, Technologies and Management Practices / L. I. Vorobinskaya, N. M. Yaitskova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 2. – P. 20–26. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_2_20.

Сведения об авторах

Воробинская Лидия Ивановна

Ростовский государственный университет путей сообщения,
кафедра Безопасность жизнедеятельности,
старший преподаватель,
e-mail: lida.vorobinskaya@mail.ru

Яицкова Наталья Михайловна

Ростовский государственный университет путей сообщения»,
кафедра Безопасность жизнедеятельности,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: yia11@bk.ru

Information about the authors

Vorobinskaya Lidiya Ivanovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Senior Lecturer,
e-mail: lida.vorobinskaya@mail.ru

Yaitskova Natalia Mikhailovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: yia11@bk.ru