

*А. В. Толмачёв<sup>1\*</sup>, О. В. Усикова<sup>1,2</sup>*

## **Трансформация охраны труда в индустрии 4.0: проблемы и перспективы**

<sup>1</sup> Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
e-mail:arkadii.tolmachev@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию проблем и перспектив перехода охраны труда в условиях развития индустрии 4.0. Авторы рассматривают актуальные вопросы, связанные с безопасностью и охраной труда на производстве в эпоху цифровых технологий, анализируют основные вызовы и проблемы, которые возникают в процессе интеграции традиционных методов охраны труда с новыми промышленными решениями. Статья предназначена для специалистов в области охраны труда, промышленных инженеров, преподавателей и студентов, изучающих вопросы безопасности и охраны труда на производстве, а также для всех, кто интересуется развитием индустрии 4.0 и ее влиянием на безопасность труда.

**Ключевые слова:** охрана труда, улучшение условий труда, рабочие места, обеспечение безопасности, индустрия 4.0, BigData, искусственный интеллект, цифровизация

*A. V. Tolmachev<sup>1</sup>, O. V. Usikova<sup>1,2</sup>*

## **Transforming Occupational Health and Safety in Industry 4.0 Problems and Prospects**

<sup>1</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail:arkadii.tolmachev@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the study of problems and prospects of labor protection transition in the conditions of Industry 4.0 development. The authors consider topical issues related to occupational safety and health at work in the era of digital technologies, analyze the main challenges and problems that arise in the process of integrating traditional occupational safety and health methods with new industrial solutions. The article is intended for occupational safety and health specialists, industrial engineers, teachers and students studying occupational safety and health at work, as well as for anyone interested in the development of Industry 4.0 and its impact on occupational safety.

**Keywords:** Occupational safety, improving working conditions, workplaces, ensuring safety, Industry 4.0, BigData, artificial intelligence, digitalization

### ***Введение***

В современном мире цифровизация и автоматизация производственных процессов стали неотъемлемой частью экономического роста и конкурентоспособности предприятий. Индустрия 4.0, как ключевой компонент четвертой про-

мышленной революции, представляет собой переход от традиционных форм производства к использованию новых технологий. Этот процесс ставит перед предприятиями новые вызовы и задачи, среди которых важное место занимает обеспечение безопасности труда работников в условиях цифровой трансформации [1, 2].

Охрана труда является одним из ключевых аспектов, обеспечивающих успешное функционирование любого предприятия. Она включает в себя комплекс мер по предотвращению травм, заболеваний и других неблагоприятных последствий для здоровья работников, связанных с их трудовой деятельностью. В условиях перехода к индустрии 4.0 возникают новые проблемы и вызовы, связанные с обеспечением безопасности труда. Это обусловлено как технологическими изменениями, так и изменением организационной структуры предприятий и бизнес-процессов.

Цель данной статьи – рассмотрение проблем, с которыми сталкиваются предприятия при переходе охраны труда в условия индустрии 4.0, а также перспективы такого перехода. Будут рассмотрены основные вызовы и барьеры, возникающие при интеграции новых технологий и систем безопасности в производственные процессы, а также предложены возможные пути решения этих проблем.

Актуальность данной темы заключается в том, что переход к индустрии 4.0 влечет за собой необходимость адаптации охраны труда к новым условиям. Новые технологии и оборудование требуют новых подходов к обеспечению безопасности, а также пересмотра существующих норм и стандартов. Кроме того, возрастают угрозы кибербезопасности, что также требует принятия соответствующих мер. Все это делает данную тему актуальной и важной для изучения [3].

### ***Проблемы трансформации охраны труда в индустрии 4.0***

В настоящее время в охране труда используются различные средства индустрии 4.0, включая:

- автоматизированные системы контроля и управления производственными процессами, которые позволяют повысить безопасность и эффективность работы;
- искусственный интеллект и машинное обучение, которые используются для анализа данных и выявления закономерностей, способных помочь в улучшении безопасности на производстве;
- роботизация и автономные системы, которые заменяют опасные или тяжелые виды работ и снижают риск травматизма на производстве;
- большие данные в области охраны труда используются для анализа и прогнозирования различных рисков, связанных с безопасностью на производстве. С помощью анализа больших объемов данных можно выявлять закономерности и тенденции, которые могут указывать на потенциальные проблемы в области безопасности. Например, можно анализировать данные о происшествиях на производстве, чтобы определить наиболее опасные участки или виды работ, а также выявить факторы, которые могут способствовать возникновению несчастных

случаев. Кроме того, BigData может использоваться для мониторинга состояния здоровья работников, выявления ранних признаков профессиональных заболеваний и разработки мер по их предотвращению;

- горизонтальная системная интеграция обеспечивает взаимодействие между разными по функционалу, но одинаковыми по месту в иерархии элементами системы. Например, между службой (специалистом) по охране труда и отделом кадров, бухгалтерией или юридическим департаментом;

- вертикальная системная интеграция позволяет наладить взаимодействие между элементами системы, принадлежащими к разным ступеням её иерархии. Например, учёт мнения трудового коллектива при принятии тех или иных локальных нормативных актов по охране труда, утверждение которых является прерогативой руководителя компании;

- интернет вещей (IoT) помогает в охране труда, предоставляя возможность собирать данные о рабочих условиях, оборудовании и здоровье работников в режиме реального времени. Это позволяет быстро реагировать на изменения и предотвращать возможные инциденты;

- дополненная реальность позволяет проводить виртуальные симуляции опасных ситуаций для обучения и повышения безопасности.

При переходе к индустрии 4.0 могут возникнуть следующие проблемы в области охраны труда:

1. Автоматизация: замена человеческого труда автоматизированными системами может привести к потере рабочих мест и увеличению уровня стресса у сотрудников, что может сказаться на их здоровье и безопасности.

2. Отсутствие контроля: некоторые автоматизированные системы могут работать без постоянного контроля со стороны человека, что увеличивает риск возникновения непредвиденных ситуаций и ошибок. Например, на одном из производств компании по выпуску пищевой продукции машинное зрение ошибочно фиксировало нарушение сотрудниками правил безопасности. Для решения этого специалист охраны труда просматривает то или иное нарушение и даёт свое согласие: был факт нарушения или нет.

3. Большие данные: анализ такого объема данных оказывает большую нагрузку на человека. Это может привести к стрессу, усталости и даже выгоранию, если не соблюдать меры безопасности.

4. Кибербезопасность: в эпоху цифрового производства и автоматизации возрастает риск кибератак на системы управления и контроля, что может привести к серьезным нарушениям работы предприятий и угрозе безопасности [4].

5. Сложность адаптации существующих систем безопасности к новым условиям: традиционные системы управления охраной труда могут не учитывать особенности работы с новыми технологиями и не обеспечивать достаточный уровень защиты.

6. Необходимость обучения персонала работе с новыми технологиями в области безопасности: работники должны быть обучены работе с новыми системами и оборудованием, чтобы обеспечить их безопасное использование.

7. Необходимость пересмотра нормативных документов и стандартов в области охраны труда с учетом новых технологий и условий работы: стандарты и нормы могут не учитывать все особенности работы в условиях индустрии 4.0 и требовать корректировки.

8. Финансовый вопрос: внедрение индустрии 4.0 в охрану труда требует значительных финансовых затрат. Однако, эти затраты окупаются за счет повышения безопасности на производстве, снижения травматизма и улучшения условий труда.

Для решения этих проблем необходимо разрабатывать и внедрять эффективные меры по обеспечению безопасности и охране труда в условиях Индустрии 4.0. К таким мерам можно отнести:

- проведение регулярного обучения персонала работе с новыми системами и оборудованием, контроль соблюдения правил безопасности;

- разработка системы мониторинга и контроля за работой новых систем и оборудования, позволяющей оперативно реагировать на возникающие проблемы;

- пересмотр нормативных документов и стандартов в области охраны труда, с учетом особенностей работы в условиях индустрии 4.0;

- усиление мер по обеспечению кибербезопасности, разработка мер противодействия кибератакам на новые системы и оборудование.

Проблемы и перспективы охраны труда в индустрии 4.0 тесно связаны друг с другом. С одной стороны, внедрение новых технологий и цифровизация процессов могут привести к возникновению новых рисков для здоровья и безопасности работников. С другой стороны, правильное управление этими рисками может способствовать снижению травматизма, оптимизации использования ресурсов и повышению производительности труда [5, 6].

### ***Перспективы трансформации охраны труда в индустрии 4.0***

Перспективами трансформации охраны труда в индустрии 4.0 являются:

1. Оптимизация рабочих процессов и повышение производительности:

- автоматизация рутинных задач, что повысит производительность и освободит время сотрудников для выполнения более сложных задач;

- улучшение коммуникации и сотрудничества между сотрудниками через различные платформы и инструменты, что способствует повышению производительности и качества работы;

- повышение безопасности и защиты данных благодаря специальным программам и алгоритмам для обработки и анализа данных.

2. Улучшение условий труда и снижение травматизма на производстве за счёт внедрения новых технологий:

- роботизация – использование роботов для выполнения опасных задач снижает риск несчастных случаев, так как роботы не допускают ошибок, связанных с человеческим фактором;

- автоматизация управляемых транспортных средств: применение автоматизированных транспортных средств, таких как беспилотные грузовики и поезда, уменьшает вероятность аварий и столкновений на дорогах и железных дорогах;

- использование искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных о здоровье и безопасности работников, что позволяет создавать индивидуальные программы профилактики профессионального здоровья и повышать уровень безопасности на предприятии;

- IoT-датчики (промышленный Интернет вещей): установка IoT-датчиков на оборудовании и рабочих местах позволяет отслеживать состояние оборудования, предупреждать о возможных опасностях и автоматически корректировать рабочие процессы [7, 8];

- использование систем мониторинга состояния здоровья работников, датчиков безопасности и других инновационных решений позволяет своевременно выявлять и предотвращать потенциальные угрозы здоровью и жизни работников на производстве;

- дополненная и виртуальная реальность: использование этих технологий позволяет обучать сотрудников безопасным методам работы и проводить симуляции аварийных ситуаций, что помогает им лучше подготовиться к возможным опасностям на производстве.

Использование систем мониторинга состояния здоровья работников, датчиков безопасности и других инновационных решений позволит своевременно выявлять и предотвращать возможные угрозы здоровью и жизни работников на производстве. Использование роботов снизит риск несчастных случаев на производстве, так как они будут выполнять опасные задачи вместо людей.

3. Развитие сотрудничества между предприятиями и государственными органами в области охраны труда:

- своевременное выявление и устранение нарушений правил и требований охраны труда;

- разработка и внедрение новых стандартов и методов работы;

- повышение уровня безопасности на производстве;

- снижение количества несчастных случаев и профессиональных заболеваний;

- повышение производительности труда и конкурентоспособности предприятий.

Активное взаимодействие между работодателями, предприятиями и государственными инспекциями труда позволит своевременно выявлять и устранять нарушения правил охраны труда, а также разрабатывать и внедрять новые стандарты и методы работы.

Для успешного перехода к индустрии 4.0 в охране труда необходимо учитывать потенциальные последствия для здоровья и безопасности работников, разрабатывать и актуализировать соответствующие стандарты и законодательство, а также обеспечивать развитие системы управления охраной труда на предприятиях.

В качестве удачного примера внедрения автоматизации и цифровизации можно взять компанию «Полюс».

«Полюс» — крупнейший производитель золота в России. Занимает первое место в мире по запасам золота и четвертое — по объему производства. Основ-

ные предприятия компании расположены в Красноярском крае, Иркутской и Магаданской областях, Хабаровском крае, Якутии. Они включают пять действующих рудников, золотоносные россыпи и проекты в стадии строительства и развития [9, 10].

«Полюс» в 2019 году внедрил систему ERP для оптимизации производственных процессов и управления ресурсами, включая модуль EHSM для автоматизации процедур по охране труда и обеспечению безопасности на производстве. Специалисты вводят данные вручную и получают информацию из смежных модулей. Например, из электронной системы медосмотров или системы сопровождения поездок. Аналитическая информация выводится на графические интерфейсы и доступна всем руководителям компании — от топ-менеджмента компании до глав подразделений. В 2020 году Пилотный проект был запущен на предприятиях «Полюс Вернинское», «Полюс Логистика» и «Красноярск».

Пилотный проект охватил большую часть процессов в области охраны труда, а также затронул сферы транспортной и промышленной безопасности — от управления инцидентами, проведения проверок и аудитов до организации медицинских осмотров и обеспечения средствами индивидуальной защиты. Такое масштабное внедрение потребовало значительных кадровых ресурсов.

В компании задумались о рисках ухудшения качества процессов и превращения работников в операторов ЭВМ при одновременном внедрении автоматических систем. В этой связи было решено использовать метод «малых тиражей», внедряя процессы поэтапно для каждой бизнес-единицы, что позволит избежать перегрузки персонала и сохранить высокое качество внедрения.

В результате автоматизация процессов охраны труда и промышленной безопасности в компании «Полюс» обеспечила повышение прозрачности и эффективности управления, позволив собирать и анализировать корректные данные для принятия обоснованных решений. Это способствовало снижению удельного показателя травматизма с 0,18 до 0,14 за определенный период. При этом трудовые затраты специалистов по охране труда сократились в 2-15 раз. Максимальный эффект компания получила за счет оптимизации и автоматизации корпоративной отчетности по охране труда [9, 11, 12].

### *Заключение*

В заключение можно отметить, что переход к индустрии 4.0 порождает ряд проблем в области охраны труда. Основные из них связаны с необходимостью адаптации существующих систем безопасности к новым технологиям, обучением персонала работе с новыми системами, а также увеличением нагрузки на специалистов по охране труда. Для устранения этих проблем рекомендуется уделять особое внимание вопросам безопасности при внедрении новых технологий, проводить регулярное обучение персонала, разработать систему мониторинга и усилить меры по обеспечению кибербезопасности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Integrated Management System software: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.quentic.com/articles/integrated-management-system-software>
2. A Guide to Occupational Health and Safety (OHS): [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://safetyculture.com/topics/occupational-health-and-safety>
3. An Occupational Safety and Health Perspective on Human in Control and AI: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2022.868382/full>
4. Addressing Industry 4.0 Cybersecurity Challenges: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8758411>
5. The Automation Revolution in Manufacturing: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bcg.com/publications/2022/closing-automation-revolution-gap-in-manufacturing>
6. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries: [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries)
7. Trust imperative 4.0 genAI the trust multiplier: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://web-assets.bcg.com/2e/7f/3ad092a547d5b09d8a155d69f0d6/trust-imperative-4-genai-the-trust-multiplier.pdf>
8. Industry 4.0: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0>
9. Безопасность на автомате: как сделать охрану труда эффективнее: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://trends-rbc-ru.turbopages.org/trends.rbc.ru/s/trends/industry/cmrm/642be3db9a794736d7580ad9>
10. Технологии индустриальной революции: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.iksmedia.ru/articles/5689495-Технологии-индустриальной-революции.html>
11. Индустрия 4.0: BigData, цифровизация и рост экономики: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/507822/>
12. Индустрия 4.0. Основные понятия, преимущества и проблемы: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-osnovnyye-ponyatiya-preimushchestva-i-problemy/viewer>

© А. В. Толмачев, О. В. Усикова, 2024