

**УДК 331.45:004.89**

Пачкин Е. Д., студент гр. ПИБ-232

Шутько Л. Г., к. э. н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Pachkin ED, student PIB-232

Shutko LG, Associate Professor

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

**НЕЙРОСЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СРЕДСТВ  
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ  
И СОЦИО-ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ  
ОТ ИХ ВНЕДРЕНИЯ**

Охрана труда юридически закреплена как обязанность работодателя: он должен обеспечить безопасные условия, обучение и СИЗ, а также управлять профессиональными рисками [1]. Это прямо следует из ст. 212 Трудового кодекса РФ и подзаконных актов, включая Примерное положение о СУОТ (приказ Минтруда № 776н)[1; 3.] Специальная оценка условий труда (СОУТ) – обязательный процесс выявления вредных и опасных факторов и выбора мер защиты, в том числе СИЗ [2]. На практике нарушения СИЗ приводят к травмам, простоям, материальным потерям и санкциям, а также к ухудшению климата в коллективе и снижению доверия к руководству.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – каски, жилеты повышенной видимости, очки, перчатки и др. – стандартизованы национальными и международными нормами (например, ГОСТ EN 397 для касок и ГОСТ 12.4.281-2021/ISO 20471 для сигнальной одежды) [4; 5]. Наряду с нормативной базой, современная инженерная практика предлагает технологические средства мониторинга соблюдения СИЗ, где ключевую роль играют компьютерное зрение и нейросетевые модели детекции. Исследования последних лет демонстрируют готовность таких систем к эксплуатации в реальном времени [7-10].

Выделим недостатки традиционного контроля СИЗ и их социально-экономические последствия. Отметим, что ручные обходы, выборочные проверки и журналы регистрации обладают рядом ограничений:

1. Неполная выборка (покрывается лишь часть смен и локаций);
2. Субъективность и усталость контролёров;
3. Запоздалая обратная связь (реакция постфактум);
4. Высокая нагрузка на линейный персонал;
5. Слабая аналитика (нет сопоставимости по сменам/участкам).

Экономически это выражается в: росте прямых расходов (лечение, компенсации, страховые начисления, штрафы); непрямым потерь (простой,

расследования, имиджевые риски, потеря контрактов); снижении производительности и мотивации. В социальном измерении – в снижении доверия к системе охраны труда и росте конфликтности. Эти эффекты усилены требованиями законодательства и СУОТ: несоответствия фиксируются и накапливаются в проверках и СОУТ [1; 2; 6].

Внедрение информационных технологий повышает эффективность деятельности предприятия [11]. Рассмотрим нейросетевые технологии мониторинга, с точки зрения того, как они работают и что дают предприятию. Техническое ядро – это модели детекции объектов, обученные распознавать каски, жилеты, очки и перчатки на видеопотоках CCTV и мобильных камер. Их достоинства: работа в реальном времени, устойчивость к фону, масштабируемость и трассируемая аналитика (лог событий, тепловые карты, статистика по участкам/сменам). Показано, что современные модели достигают высокой точности и пригодны для развертывания как на сервере, так и на «границе» (edge-AI) [7-10]. Выделяют три типа эффектов от внедрения нейросетевых технологий мониторинг средств индивидуальной защиты: организационно-управленческий, экономический и социальный.

Организационно-управленческий эффект. Встраивание в процесс «Планируй-Делай-Проверяй-Воздействуй» (PDCA) по ISO 45001: данные видеоаналитики закрывают «Проверяй» и «Воздействуй», позволяя измерять соблюдение СИЗ по участкам, выявлять узкие места и принимать управленческие меры [6]. Организационно-управленческий эффект означает:

1. Снижение инцидентов – меньше прямых выплат и простоев.
2. Оперативную реакцию – инцидент не разрастается до аварии.
3. Автоматизацию контроля – высвобождение ресурсов службы ОТ для профилактики.
4. Предоставление данных для инвесторов и регуляторов – укрепление репутации и привлекательности предприятия [6].

Эмпирические исследования по задачам касок/жилетов подтверждают достижимость стабильной работы при многообразных сценах, освещённости и дистанциях [7-10]. Социальные эффекты обеспечивают:

1. Снижение травматизма и тяжести последствий – даже частичное сокращение нарушений по СИЗ статистически уменьшает частоту и тяжесть инцидентов.
2. Формирование культуры безопасности – визуальный, объективный и предсказуемый контроль с прозрачной обратной связью укрепляет культуру вовлечённости.
3. Доверие работников – когда правила применяются одинаково для всех и данные доступны, снижается ощущение несправедливости; повышается удовлетворённость и удержание персонала. Эти эффекты согласуются с идеологией СУОТ/ISO 45001, где лидерство и участие работников – ключевые принципы [6].

Экономический эффект проявляется в:

1. Сокращении прямых затрат. Меньше расходов на лечение/компенсации, штрафов и страховых премий – следствие снижения частоты инцидентов и повышения выявляемости нарушений до события.
2. Снижении не прямых затрат. Сокращение простоев, задержек поставок, переработки; уменьшение времени на расследования; снижение потерь качества.
3. Росте капитальной эффективности. Предсказуемость операций и снижение «хвостов риска» положительно влияют на стоимость капитала и инвестиционную привлекательность.
4. Формировании положительной репутации и внедрении комплаенса. Согласование с СУОТ и доказуемая статистика соблюдения СИЗ упрощают внешние аудиты и сертификацию по ISO 45001/ГОСТ Р ИСО 45001 [6].

Важно отметить, что в регионах с высокой долей добычи, металлургии и строительства усиливаются системные эффекты: снижение травматизма на крупных площадках уменьшает нагрузку на медицину и социальную сферу; предсказуемость поставок и ритмичность капитальных ремонтов стабилизируют занятость; репутационные риски территорий и предприятий снижаются. Нормативное поле (ТК РФ, СОУТ, ГОСТы по СИЗ) обеспечивает легитимность цифрового контроля как части СУОТ [1; 2; 4-6].

Итак, нейросетевые системы мониторинга СИЗ – важнейший элемент цифровой трансформации охраны труда. Они повышают управляемость рисков, снижают травматизм, укрепляют культуру безопасности и доверие в коллективе, уменьшают прямые и не прямые издержки и улучшают позицию предприятия перед регуляторами и инвесторами. Встраивание таких систем в СУОТ по ISO 45001/ГОСТ Р ИСО 45001 переводит контроль из фрагментарной практики в устойчивый управленческий контур PDCA [6]. Для промышленных регионов это ещё и фактор социальной стабильности. При грамотной организации данных, правовой регламентации и phased-внедрении возрастают социо-организационно-экономические эффекты и повышается эффективность деятельности предприятия, при этом технологические риски остаются контролируруемыми [1-2; 4-6].

### Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.09.2025). – Ст. 212–214. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
2. О специальной оценке условий труда : федер. закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (официальное опубликование: 30.12.2013). – Официальный интернет-портал правовой информации.

3. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда : приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (зарег. в Минюсте РФ 14.12.2021, № 66318; вступ. в силу с 01.03.2022). – Офиц. интернет-портал правовой информации ; СПС «КонсультантПлюс».

4. ГОСТ EN 397–2012. ССБТ. Каски защитные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2013.

5. ГОСТ 12.4.281–2021 (ISO 20471:2013+Amd 1:2016). ССБТ. Одежда повышенной видимости. Требования. – М. : Стандартинформ, 2021.

6. ГОСТ Р ИСО 45001–2020 (ISO 45001:2018). Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению. – М. : Стандартинформ, 2020.

7. Hayat, A.; Morgado-Dias, F. Deep Learning-Based Automatic Safety Helmet Detection System for Construction Safety // *Applied Sciences*. – 2022. – Vol. 12, no. 16. – Art. 8268. – DOI: 10.3390/app12168268.

8. Ferdous, M.; Ahsan, S. M. M. PPE detector: a YOLO-based architecture to detect personal protective equipment (PPE) for construction sites // *PeerJ Computer Science*. – 2022. – Vol. 8. – e999. – DOI: 10.7717/peerj-cs.999.

9. Vukicevic, A. M.; Markovic, S.; Jovanovic, M.; et al. A systematic review of computer vision-based personal protective equipment compliance in industry // *Artificial Intelligence Review*. – 2024. – Vol. 57. – Art. 319. – DOI: 10.1007/s10462-024-10978-x.

10. Wei, L.; Liu, P.; Ren, H.; Xiao, D. Research on helmet wearing detection method based on deep learning // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14, no. 1. – Art. 7010. – DOI: 10.1038/s41598-024-57433-z.

11. Шутько, Л. Г. Эффективная корпоративная практика применения информационных систем в управлении производственными процессами / Л. Г. Шутько // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии : Всероссийская научно-практическая конференция, Кемерово, 16–17 октября 2015 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2015. – С. 45-47.