

УДК 004

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ахмеджанова Э.Р., студент гр. ПБ-402С, IV курс,

Саляева А.С., студент гр. ПБ-402С, IV курс

Научный руководитель: Аксенов С.Г., профессор, д.э.н., к.ю.н.,  
заведующий кафедрой Пожарной безопасности

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»  
г. Уфа

Термины "автоматизация", "цифровизация" и "инновация" стали неотъемлемой частью нашего повседневного лексикона. Однако их практическое применение в сфере охраны труда по-прежнему ограничивается преимущественно теоретическими дискуссиями.

Несомненно, привлекательны концепции внедрения передовых технологий, подобные тем, что мы наблюдаем в фантастических фильмах. В то же время, полное доверие безопасности людей автоматизированным системам вызывает у многих обоснованные сомнения.

Специалист по охране труда в современной производственной среде – это мультидисциплинарный профессионал, которому требуются не только глубокие знания постоянно расширяющегося и ужесточающегося законодательства, но также принципов охраны труда, а также коммуникативные навыки, лидерские качества и умение организовывать обучение персонала.

В данной статье рассмотрены популярные тенденции в области цифровой охраны труда с примерами конкретных практических решений.

### «Умные» каски

В предприятиях Горнорудного дивизиона «Росатома» обеспечение безопасности труда является первостепенной задачей. Учитывая специфику работы на этих объектах, характеризующуюся повышенным уровнем потенциальных рисков, своевременное получение исчерпывающей информации для принятия соответствующих мер имеет решающее значение.

Для решения этой задачи разработана комплексная система промышленной безопасности «Proteqta» («Умные каски») компанией Softline Digital. Данная система направлена на минимизацию риска несчастных случаев и повышение эффективности работы персонала. В настоящее время «Proteqta» внедрена на добывающих предприятиях «Росатома».

Система «Proteqta» представляет собой интеграцию аппаратного и программного обеспечения. Аппаратный компонент - модуль позиционирования персонала Atom 4.0, монтируемый на защитную каску РОСОМЗ. Программный компонент - ПО «Proteqta», позволяющее отслеживать соблюдение ре-

жима труда и отдыха сотрудников, а также предоставляющее аналитические данные в виде виджетов, основанные на информации, собранной модулями.

В современных условиях обеспечения промышленной безопасности приобретает всё более важное значение. В данной области активно внедряются инновационные технологии, основанные на использовании искусственного интеллекта (ИИ).

**Модуль позиционирования персонала.** Представляет собой высокотехнологичное устройство, включающее в себя:

- Высокоскоростной процессор для обработки данных
- Модуль Bluetooth для беспроводного соединения
- Модуль GPS/ГЛОНАСС/LoraWAN для определения местоположения
- Акселерометр для измерения ускорения
- Датчик температуры для контроля окружающей среды

Данный модуль интегрирован в интеллектуальную каску, оснащенную видеорегистратором с высоким разрешением (1296Р), функцией прямого подключения к Wi-Fi и передачей данных в режиме реального времени 5G. Каска также оборудована голосовой связью, широкоугольной съемкой (110 градусов), аккумулятором емкостью 3300 мА•ч, GPS-навигацией и светодиодным освещением (IP66).

Интеграция каски с платформой контроля и управления безопасностью, развернутой в командном центре, позволяет руководителям, находящимся в центрах принятия решений, отслеживать местоположение сотрудников и оперативно доводить до них нормативные требования и команды.

**Анализ видеопотока с камер наблюдения.** Данная технология основана на использовании ИИ для анализа видеопотока с камер наблюдения. Она позволяет в режиме реального времени выявлять нарушения требований технической и промышленной безопасности.

Система была успешно внедрена на Кольской АЭС в 2019 году компанией "ВизорЛабс" и в настоящее время внедряется на других атомных электростанциях, в первую очередь в помещениях с действующими электроустановками.

**Преимущества внедрения данных технологий:**

- Повышение уровня безопасности на производстве
- Оперативное реагирование на чрезвычайные ситуации
- Улучшение коммуникации между персоналом и руководством
- Сбор и анализ данных для последующего повышения эффективности

Внедрение модуля позиционирования персонала и анализа видеопотока уже показало свою эффективность на предприятиях горнорудного дивизиона «Росатома», в дочерней компании СУЭК «Дальтрансуголь», Алтайской соледобывающей компании и на других площадках. Данные технологии имеют большой потенциал для применения в различных отраслях промышленности.

## Видеоналитика

Использование искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые возможности для усиления мер безопасности на промышленных объектах, в частности, путем анализа видеопотока с камер наблюдения. Данный метод позволяет оперативно выявлять нарушения требований промышленной и технической безопасности.

С 2019 года подобная система успешно функционирует на Кольской АЭС, разработанная российской компанией «ВизорЛабс» по заказу концерна «Росэнергоатом», входящего в состав госкорпорации «Росатом». В настоящее время внедрение системы продолжается на остальных атомных электростанциях, в первую очередь в помещениях с действующими электроустановками.

Безопасность работы с электроустановками требует строгого соблюдения правил использования средств индивидуальной защиты (СИЗ). Любые нарушения могут привести к серьезным травмам.

Ранее контроль за соблюдением правил осуществлялся диспетчером, анализирующим видеопоток с камер наблюдения. Однако монотонный характер такой работы часто приводил к утомлению и снижению концентрации внимания.

Для повышения эффективности контроля была разработана система видеоналитика, основными задачами которой стали:

- Снижение количества нарушений правил технической и промышленной безопасности;
- Повышение уровня трудовой дисциплины;
- Изменение поведения сотрудников в сторону соблюдения требований безопасности;
- Минимизация потерь, связанных с травматизмом, ремонтами и простоем оборудования;
- Оптимизация расходов на мероприятия по обеспечению технической и промышленной безопасности.

Для внедрения системы видеоналитика на предприятии были определены места размещения серверного оборудования и обеспечен доступ ИИ к существующей системе видеонаблюдения.

Таким образом, система использует те же камеры, которые ранее контролировались диспетчером. При этом, ИИ способен выявлять 95-98% нарушений правил безопасности в режиме реального времени, что позволяет предотвращать несчастные случаи.

В случае обнаружения нарушения, система направляет соответствующие сигналы операторам, инспекционным службам и административно-техническому персоналу. Ответственные сотрудники получают уведомления по электронной почте.

С момента внедрения системы в 2019 году количество нарушений правил технической и промышленной безопасности сократилось в 10 раз.

Кроме того, наблюдается повышение уровня трудовой дисциплины на производстве и снижение трудозатрат на обработку данных с камер видеонаблюдения.



Рис.1

Система, основанная на искусственном интеллекте, продемонстрировала высокую эффективность в обеспечении технической и промышленной безопасности на протяжении всего срока эксплуатации. Зафиксировано полное отсутствие случаев нарушения правил техники безопасности.

Внедрение системы привело к снижению количества несчастных случаев, связанных с неправильным использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ), до нуля в помещениях, находящихся под ее контролем.

В 2022 году функционал системы был расширен за счет добавления возможности распознавания начальных признаков возгорания и задымления, а также обнаружения оставленных предметов. За два года работы не произошло ни одного аварийного инцидента.

Планируется дальнейшее развитие системы, включающее обучение ее распознаванию новых типов СИЗ и маркировки спецодежды, а также расширение охвата видеоанализа на другие производственные помещения.

Использование искусственного интеллекта в системах безопасности труда способствует повышению уровня защищенности сотрудников, снижению количества несчастных случаев и, как следствие, уменьшению связанных с этим расходов предприятия.

В частности, "умный" модуль системы позволяет отслеживать местонахождение сотрудника как внутри, так и вне помещений, контролировать время пребывания в опасных зонах, высоту его расположения и температуру окружающей среды. Кроме того, система оповещает о падениях и ударах, а кнопка SOS обеспечивает связь с диспетчером в экстренных случаях.

Для бесперебойной связи модуля с базовой станцией используется беспроводная сеть LoRa с протоколом LoRaWAN, обеспечивающим дальность передачи данных до 10 км. Базовая станция передает данные в систему Proteqta для обработки и отображения на мониторе диспетчера в режиме реального времени. Это позволяет оперативно реагировать на нештатные ситуации и контролировать рабочую обстановку на производстве без отвлечения сотрудников от выполнения своих обязанностей.

### **Дроны**

Традиционно оценкой состояния опор линий электропередачи занимались инженеры. Данный процесс, помимо сложности, сопряжен с рисками и дискомфортом, особенно при использовании вертолетов для осмотра. Дроны-инспекторы, работающие автономно и бесшумно, предлагают альтернативное решение.

Британская энергетическая компания National Grid приняла решение о полной автоматизации инспекции опор линий электропередачи. В настоящее время компания успешно эксплуатирует беспилотные летательные аппараты для этой цели, а в ближайшем будущем планирует поручить обработку собранных данных алгоритмам искусственного интеллекта.

За прошедшие два года шесть дронов исследовали 11 500 км линий электропередач в Англии и Уэльсе. Полученные видео- и фотоматериалы высокого разрешения позволяют определить степень износа конструкций, выявить коррозию или повреждения.

Несколько месяцев назад National Grid начала сотрудничество с британским стартапом Keen Ai, специализирующимся на технологиях обработки изображений. «Искусственный интеллект будет определять общее состояние конструкции и выявлять необходимость замены или ремонта. В настоящий момент разрабатывается прототип», - заявил глава National Grid Джон Петигрю.

Следует отметить, что стартап Keen Ai специализируется исключительно на обработке изображений. Во Франции компания Sterblue разрабатывает комплексную систему мониторинга инфраструктуры энергосетей с использованием дронов. Недавно Sterblue привлекла \$2 млн инвестиций в США.

### **AR-очки для инженеров и рабочих**

Немецкий специалист в области дополненной реальности Риго Херольд совместно с польской компанией Sinterit, производящей 3D-принтеры, разработал инновационные "умные" очки для AR, предназначенные для использования в инженерных проектах.

Почти все компоненты очков были изготовлены г-ном Херольдом на 3D-принтере Sinterit Lisa с использованием технологии селективного лазерного спекания (SLS).

Инновационные очки дополненной реальности (AR) обладают потенциалом повысить точность работы инженеров.

Несмотря на то, что подобные технологии разрабатываются уже давно, их громоздкость и сложность в эксплуатации ограничивали применение.

Разработка Херольда, представляющая собой компактную и адаптированную к промышленным условиям модель AR-очков, может стать прорывным решением в этой области.

Благодаря своей универсальности и устойчивости к воздействию внешних факторов (ударам, высоким температурам), очки могут быть интегрированы с различными средствами индивидуальной защиты, такими как каски, респираторы и наушники.

Использование AR-очков позволит специалистам детально изучать сложные механизмы и инструменты, а также отслеживать параметры окружающей среды (температура, загрязнение воздуха), предоставляя своевременные рекомендации по действиям.

### **«Умные» браслеты**

В первую очередь, устройства предназначены для мониторинга состояния здоровья сотрудников. Они отслеживают такие параметры, как ЭКГ, пульс, уровень оксигенации крови и температура тела. В случае возникновения критических ситуаций оператор немедленно получает уведомление о случившемся и точные координаты сотрудника, нуждающегося в помощи.

Технология 3D-сканирования тела находит применение в обеспечении безопасности работников, позволяя:

- Отслеживать состояние сотрудника: Регулярное сканирование может выявить изменения в позе, походке или других физических параметрах, сигнализирующих о потенциальных проблемах со здоровьем.
- Осуществлять оперативный отклик на угрозы: В случае аварийной ситуации или внештатной ситуации система может быстро определить местонахождение сотрудника и передать эту информацию спасательным службам.
- Минимизировать время поиска работника в критической ситуации: Точное знание местоположения сотрудника позволяет оперативно оказать ему помощь, что повышает шансы на благополучный исход.

### **3D-сканер тела**

Профессиональный 3D-сканер тела используется для определения антропометрических данных работника и вычисления ключевых параметров. Полученные данные сопоставляются с размерной сеткой производителя спецодежды, что позволяет дать точные рекомендации по выбору оптимального размера для каждого сотрудника. Сканеры создают точную трехмерную модель человека за 30 секунд и определяют более 100 параметров тела в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 8559-1.

Возможности применения цифровых средств индивидуальной защиты (СИЗ) многообразны:

- Оптимизация подбора СИЗ: цифровая система позволяет определить наиболее подходящий вариант СИЗ для каждого работника на основе его антропометрических данных.

- Повышение комфорта и безопасности труда: использование цифровых СИЗ способствует созданию более комфортных и безопасных условий работы, минимизируя риски получения травм.
- Увеличение производительности: применение цифровых СИЗ может привести к повышению эффективности труда сотрудников за счет улучшения эргономики и своевременного предупреждения о потенциальных опасностях.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых СИЗ в России пока не получило широкого распространения. Это связано с рядом факторов:

- Значительные инвестиции: внедрение цифровых СИЗ требует не только закупки самих средств, но и установки дополнительного оборудования, а также внедрения специализированного программного обеспечения для управления, сбора данных, контроля и анализа.
- Отсутствие готовых решений: каждый проект по внедрению цифровых СИЗ является уникальным и разрабатывается с учетом специфических потребностей конкретного заказчика.

Тем не менее, перспективы развития цифровизации СИЗ в России весьма обнадеживающие. Рост темпов развития информационных технологий и искусственного интеллекта создает благоприятные условия для этого направления. Постепенное увеличение количества предложений на рынке и снижение стоимости внедрения сделают цифровые СИЗ более доступными для предприятий.

Основным препятствием на пути к широкому распространению "умных" СИЗ является недостаточно высокий уровень культуры безопасности труда. Многие специалисты, работающие в опасных условиях, предпочитают полагаться на собственный опыт и навыки, вместо того чтобы использовать современные технологии и доверять выполнение части задач искусственному интеллекту.

В настоящее время некоторые компании рассматривают цифровизацию СИЗ как элемент имиджа. Однако масштабирование применения этих технологий – вопрос времени, поскольку все необходимые предпосылки для их развития в стране уже созданы. Для ускорения процесса внедрения "умных" СИЗ на предприятиях необходима, прежде всего, выработка культуры безопасности и повышение уровня ИТ-инфраструктуры.

Цифровая трансформация неминуемо коснется сферы охраны труда и техники безопасности под воздействием технологического прогресса, совершенствования законодательства о труде и растущего внимания к здоровью и благополучию всё более дефицитных и высококвалифицированных кадров.

Для предприятий критически важно отслеживать развитие технологий и своевременно внедрять инновационные решения и устройства в области охраны труда и техники безопасности.

Понимание современных тенденций и овладение новыми технологиями позволяют предприятиям с большей лёгкостью выполнять строгие норматив-

ные требования, развивать культуру промышленной безопасности более эффективно и надёжно гарантировать здоровье и благополучие сотрудников.

**Список литературы:**

1. Умная каска в системе управления производством работ [Электронный ресурс]: <https://eepir.ru/new/umnaya-kaska-v-sisteme-upravleniya-proizvodstvom-rabot/>
2. Как «умные» каски и видеоаналитика помогают добиться нулевого травматизма [Электронный ресурс: [https://rosatom.cnews.ru/articles/2024-12-10\\_umnye\\_kaski\\_i\\_videoanalitika\\_na\\_strazhe](https://rosatom.cnews.ru/articles/2024-12-10_umnye_kaski_i_videoanalitika_na_strazhe)
3. В Великобритании ИИ и дроны проверят опоры энергосетей [Электронный ресурс]: <https://eenergy.media/news/8279>
4. Тренд: виртуальная реальность в энергетике [Электронный ресурс]: <https://digitalsubstation.com/blog/2017/10/28/trend-vr-nbsp-v-nbsp-energetike/>
5. Цифровые СИЗ в России [Электронный ресурс]: <https://journal.ecostandard.ru/ot/kontekst/tsifrovye-siz-v-rossii/>