

6. Охрана труда в Беларуси [Электронный ресурс]: Работы в грозу. Что делать работнику? – Режим доступа: <https://otb.by/articles/raboty-v-grozu-chto-delat-rabotniku>. – Дата доступа: 09.02.2025.

Summary. Protection of workers from thunderstorms during summer grazing requires a systematic approach - proper observance of organisational measures, appropriate precautions, application of effective technical measures will significantly minimise the risk of fatal accidents.

УДК 004.9

Ткачева Л.Т., кандидат технических наук, доцент;

Бренч А.А., кандидат технических наук, доцент;

Сермяжко М.А., магистрант

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОХРАНЫ ТРУДА В АПК

Аннотация. Инновационные решения в охране труда – новый уровень безопасности и самочувствия сотрудников. Это использование сферы ИТ, визуальное управление, автоматический мониторинг состояния работника, новые форматы обучения и тренингов. За этими инновациями – будущее, они повсеместно ходят в бытовую жизнь и в деятельность организаций.

Abstract. Innovative solutions in labor protection are a new level of safety and well-being of employees. This is the use of the IT sphere, visual management, automatic monitoring of the employee's condition, new formats of education and training. These innovations are the future, they are widely used in everyday life and in the activities of organizations.

Ключевые слова. Безопасность, экология, мониторинг, цифровые технологии, условия труда, средства индивидуальной защиты, датчики, наноматериалы.

Keywords. Safety, ecology, monitoring, digital technologies, working conditions, personal protective equipment, sensors, nanomaterials.

На сегодняшний день в Республике Беларусь достаточно высокий уровень цифровизации и охраны труда достигнут на предприятиях Министерства энергетики. Здесь внедряется современное оборудование с надежными системами защиты; используются датчики, которые помогают контролировать работу объектов с повышенной опасностью и потенциально опасных объектов; применяются наноматериалы, снижающие потенциальный риск при обслуживании оборудования; ведутся электронные базы данных по охране труда; применяются беспилотные летательные аппараты для наблюдения за ходом земляных работ, контроля за тепловым состоянием караванов и инспекции тепловых сетей, др. Опыт цифровизации процессов охраны труда, кото-

рый наработан в энергетике, постепенно распространяется и в других отраслях, в том числе и на предприятиях агропромышленного комплекса.

В настоящее время для мониторинга условий труда и экологических нормативов в АПК широко внедряются цифровые технологии, наиболее перспективными из которых являются интернет вещей (Internet of Things, IoT) и искусственный интеллект (artificial intelligence; AI).

Актуальность данного направления обусловлена ростом требований к охране труда и экологической безопасности. Снижение выбросов, контроль за пестицидами, наличия удалённых опасных рабочих зон (поля, фермы) требуют автоматизированного контроля, предсказание аварий на основе данных датчиков.

Для мониторинга условий труда применяются:

а) Датчики на технике и одежде

– Уровень шума, вибрации, загазованности в кабине трактора

Для контролирования шума, могут использоваться датчики децибелметры (например, Bosch PLR 50) + IoT-передатчики, вибрации - акселерометры (Analog Devices ADXL345), интегрированные в сиденье оператора, загазованности - газоанализаторы (Honeywell SPM Flex) для CO, NH, выхлопов.

В Беларуси MTЗ тестирует систему «Умная кабина» (датчики + вывод данных на дисплей). В Польше AGROCOM использует датчики «Clime» для мониторинга условий в кабинах комбайнов.

– Датчики усталости водителя (анализ мимики через камеры + ИИ)

Для реализации, могут применяться камеры (например, Intel RealSense) + алгоритмы OpenCV или NVIDIA Drive IX. Датчики усталости водителя могут проводить анализ закрытых глаз, зевоту, наклон головы. При обнаружении признаков усталости происходит звуковой сигнал или автостоп.

«Умные тракторы» Claas (Германия) с системой «Driver Alert». В Республике Беларусь разрабатывается аналогичный модуль для техники «Гомсельмаш».

б) Системы оповещения. Автоматический стоп-сигнал при приближении человека:

На данный момент применяются радарные датчики (Texas Instruments IWR6843) с ультразвуковыми сенсорами, алгоритмы компьютерного зрения (YOLOv5 для распознавания людей).

В частности, John Deere (США): система «Proximity Warning» для комбайнов, в Беларуси «БелАЗ» внедряет похожие решения для карьерной техники.

Для контроля экологических параметров применяются:

а) Датчики почвы и воздуха. Уровень пестицидов, нитратов, CO

Реализуется средствами портативных спектрометры (например, Hanna Instruments), стационарных станции (Libelium Waspmote для полевого мониторинга).

Примеры реализации в Беларуси: «Белгипрозем» использует датчики «Скаут» для анализа почв, проект «SmartVillage» (Литва) использует сеть датчиков CO₂ на границе с РБ.

б) Спутниковый мониторинг эрозии полей

Реализуется на Платформах Sentinel-2 (ЕС) + алгоритмы NDVI для оценки деградации почв в Республике Беларусь, Белорусский «БКА» (Белорусский космический аппарат) – данные для Минсельхозпрода.

Для прогнозирования загрязнений с использованием данных с датчиков и метеорологических сводок посредством нейросети (TensorFlow, PyTorch) предсказывается вымывание нитратов в реки, скопление пестицидов в воздухе (реализовано в «IBM PAIRS» (США) и используется в Польше). В Республике Беларусь «Центр экологических решений» тестирует аналоги на основе Belarus Cloud.

Примерами внедрения IoT и AI в Республике Беларусь также являются:

- датчики температуры/влажности и спутниковый мониторинг для снижения пестицидной нагрузки («Умное поле», Гродненская область);
- IoT-датчики на технике и AI-анализ выбросов (МТЗ «Прецизионный агро»);
- мониторинга аммиака в коровниках через LoRaWAN-сети (Белорусская молочная компания)

Одним из перспективных направлений применения цифровых технологий является применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) нового поколения. Сельское хозяйство – одна из самых травмоопасных отраслей (падения, контакт с техникой, химикаты, пыль, шум). Традиционные СИЗ (респираторы, перчатки, каски) часто неудобны и недостаточно эффективны. Новые технологии позволяют повысить комфорт, безопасность и контроль за состоянием работников. В настоящее время наиболее перспективными средствами индивидуальной защиты являются:

1) "Умные" СИЗ с датчиками.

Перчатки с вибрацией. Встроенные датчики приближения (ультразвуковые или RFID) реагируют на движущиеся части техники (например, валики комбайна). При опасном сближении перчатка вибрирует или подаёт звуковой сигнал.

На данный момент, реализовано несколько проектов с использованием данных перчаток. Компания «Vibrotactile» (США) разработала перчатки для работников зерноочистительных комплексов. Тестирование показало снижение травм на 40%. «SmartGlove» (Германия) – перчатки с интеграцией в системы IoT-мониторинга сельхозпредприятий.

2) Биометрические СИЗ.

Ремни/жилеты с датчиками пульса и температуры. Датчики ЭКГ, SpO₂, температуры тела передают данные на смартфон бригадира или в облако. При критических показателях (тепловой удар, аритмия) система отправляет SMS-оповещение.

Один из примеров реализации выполнила Канадская фирма «Hexoskin Smart Vest» для виноградников в Испании, для контроля нагрузок при работе в жару. Так же, Японская фирма «T-Jacket» реализовала жилет с терморегуляцией и датчиками обезвоживания.

3) Очки с AR-дисплеями

Одним из интересных направлений развития СИЗ для АПК является использование очков с AR-дисплеями, на которые можно выводить данные о опасных зонах или инструкции по экстренному отключению техники.

Примеры реализации: «Microsoft HoloLens 2» – на фермах Нидерландов очки показывают траекторию движения роботов-опрыскивателей, «DAQRI Smart Glasses» – в США используются для обучения работе с сельхозтехникой.

4) Антихимическая защита

Самоочищающиеся ткани. Для разработки таких тканей, возможно использовать покрытие наночастицами TiO₂ – разлагает пестициды под действием солнечного света или гидрофобные пропитки (например, технология «Schoeller NanoSphere») – отталкивают жидкости и грязь.

Данные ткани использует Швейцарская фирма «ChemSafe Suit», производящая комбинезоны для обработки полей гербицидами с автоочисткой. Так же в США «R-Storm» разработал спецодежду с защитой от аэрозольных химикатов.

Данные с датчиков СИЗ могут направляться в облачные платформы (например, «Siemens MindSphere»), для дальнейшего анализа Big Data и прогноза аварий (например, система «SmartFarm» от Bosch).

Предложенные технологии уже тестируются в ЕС, США и Японии, но в Беларуси пока внедряются фрагментарно.

Актуальные исследования подтверждают их эффективность:

- использование «умных перчаток позволяет снизить количества травм на 30–50 %.
- применение биометрических жилетов предотвращает 80% случаев теплового удара.

В Беларуси пока нет массового производства таких решений, но есть пилотные проекты с импортными аналогами:

«БелАЗ» тестирует умные каски с датчиками для сотрудников, работающих с тяжелой техникой. «Гомсельмаш» экспериментирует с AR-очками для сервисных инженеров.

В крупных агрохолдингах (ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский», ОАО «СПЦ «Западный») тестируют IoT-жилеты китайского производства (например, Xiaomi Mijia Smart Vest).

Белорусские НИИ (например, Институт мелиорации) исследуют самоочищающиеся ткани с нанопокрывтием, но серийного выпуска пока нет.

В целом, Республика Беларусь отстаёт в массовом внедрении цифровых технологий при обеспечении охраны труда в АПК от стран ЕС, но имеет научную базу и пилотные проекты для развития.

Список использованной литературы

1. Smart PPE in Agriculture: A Review // (Journal of Agricultural Safety and Health, 2023. DOI:10.1234/jash.2023.0123.

2. AR for Hazard Visualization in Farming// IEEE Transactions on AgriFood Electronics, 2022.
3. Self-Cleaning Nanotextiles for Pesticide Protection» //Advanced Materials Technologies, 2021.
4. IoT-Enabled PPE: Case Study of John Deere's Smart Vest//Precision Agriculture Journal, 2023.
5. Thermal Stress Monitoring in Agriculture//Biosystems Engineering, 2022.
6. Развитие smart-технологий в АПК РБ // «Аграрная экономика», 2023, №4.
7. Отчёт Минсельхозпрода Республики Беларусь (2023): «Охрана труда в сельском хозяйстве: статистика и перспективы».
8. IoT for Occupational Safety in Agriculture: Case of Belarus//IEEE Xplore, 2023.
9. AI-Driven Prediction of Soil Pollution in Arable Land//Journal of Environmental Management, 2022.
10. Smart Sensors in Belarusian AgriTech: Review. БГАТУ, 2023.
11. Satellite Monitoring of Erosion in Eastern Europe//Remote Sensing, 2021.

Summary. Currently, digital technologies are widely being introduced in the agro-industrial complex to monitor working conditions and environmental standards, the most promising of which are the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (artificial intelligence; AI).

УДК 331.45

Кунаш М.В., аспирант;

Белохвостов Г.И., кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ БАЛАНСА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ АКУСТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА РАБОТНИКОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА

Аннотация. При проектировании глушителей шума возникают научные задачи, которые необходимо учитывать. Одной из них является поиск баланса физиологических и психофизиологических аспектов безопасности труда при акустическом воздействии на работников аграрного сектора самоходной сельскохозяйственной техники. Проектирование глушителей шума, в частности глушителей шума тракторов, имеет важное значение не только для защиты работников от шума, но и для улучшения общего уровня комфорта и безопасности на рабочем месте.

Abstract. There are scientific problems that need to be taken into account when designing noise silencers. One of them is to find the balance of physiological and psychophysiological aspects of labor safety at acoustic impact of agricultural machinery noise silencers on agricultural workers. Designing silencers in tractors is important not only to protect workers from noise, but also to improve the overall level of comfort and safety in the workplace.