

**УДК 004**

**МОДУЛЬНЫЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНО КОМПЛЕКС ДЛЯ  
ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ «СКАНТЕСТ»**

Бухтиярова Д. А., ученица 8 класса МБОУ Лицея № 62,

Рынза Д. О., ученица 8 класса МАОУ СОШ № 36

Научные руководители: Авдеев Я. В., Гладышев Ю. С., преподаватели  
ЦДНИТТ при КузГТУ «УникУм»

г. Кемерово

**Введение.** В настоящее время сфера безопасности является одной из наиболее важных и быстроразвивающихся областей. Область техники безопасности постоянно развивается, внося новые требования и стандарты. По данным Росстата прослеживается динамика снижения показателей производственного травматизма в сфере охраны труда (Рисунок 1). Компании и организации стремятся обеспечить безопасность своих работников и имущества, для этого им необходимы специалисты, оснащенные техническими знаниями в области безопасности. В связи с этим увеличивается спрос на обучение и проверку знаний в области охраны труда.

По данным Росстата, в России при несчастных случаях на производстве пострадали 20,3 тысячи человек, из них 1,07 тысячи погибли за 2022 год [8]. Наиболее частой причиной происшествий при работе со специализированным оборудованием является человеческий фактор. Несоблюдение режима работы, а также регламентов охраны труда приводит к многочисленным травмам и приостановке производственного процесса.

На данный момент существует огромная база законодательных актов по защите труда, независимо от организационно-правовой формы предприятия. Для контроля за соблюдением существуют отделы, которые должны регламентировать и проверять сотрудников на знание стандартов безопасности; особенностей эксплуатации оборудования, правил безопасного соответствия технического состояния. Все больше компаний выделяют для себя такое направление, как цифровизация систем охраны труда. Так, к примеру, компания ОАО «РЖД» опубликовала техническое задание в перечне запросов на инновации на разработку системы оценивания сотрудников в области охраны труда с применением современных цифровых технологий для снижения фальсификации результатов опроса и постоянного мониторинга знаний [3].

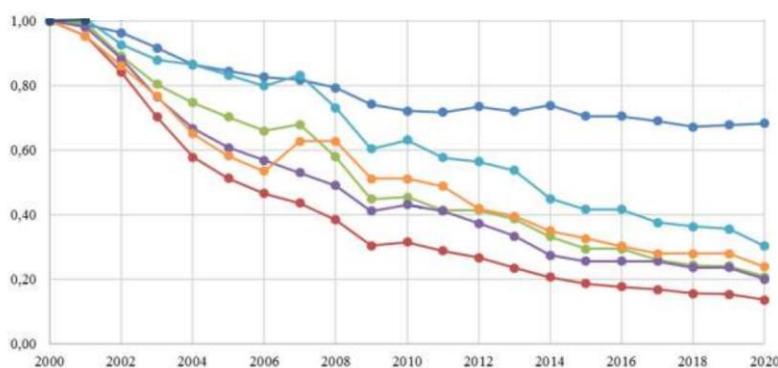


Рисунок 1 – Динамика показателей производственного травматизма

**Материалы и методы.** Разрабатываемое устройство должно соответствовать всем пунктам нормативно-правовой базы в области обеспечения внутриобъектового и пропускного режимов, обеспечивая безопасное использование и эксплуатацию оборудования в производственных помещениях, попадающих в категорию объектов с повышенным уровнем опасности, а также на предприятиях с регламентированным режимом допуска на территорию. Проведен сравнительный анализ конкурентов в области охраны труда, которые имеют ключевую функцию – проведение проверки уровня знаний работников по технике безопасности (Таблица 1). Главное отличие продукта от конкурентов — это подбор вопросов, основанный на анализе ошибок за все время работы сотрудника, записанных в базе данных. Также можно выделить использование машинного зрения для считывания биометрии лица во время всей проверки, что помогает исключить фальсификацию результатов тестирования. Устройство имеет индивидуальную функцию – объединение двух процессов: оценка физиологического состояния и проверка уровня знаний по технике безопасности. Система имеет возможность быстро интегрировать программное обеспечение или внутренние составляющие под разные отделы и профессии со своей спецификой.

Таблица 1 – Сравнительный анализ конкурентов и системы «СканТест»

Название	Тестирование знаний ТБ	Подбор вопросов на основе истории нарушений ТБ	Использование биометрии для идентификации	Проверка на наличие работника в базе данных	Проверка физиологического состояния
СканТест	+	+	+	+	+
Abie System	+	—	—	+	—

ЮМС Охрана труда	+	—	—	+	+
Safety Training Kiosk	+	—	+	+	—

**Концепция работы устройства.** Устройство проводит распознавание работника по биометрическим данным, проверяя работника на наличие в базе данных. При попадании постороннего человека на территорию предприятия ограничивается доступ ко входу. После идентификации личности система генерирует случайные вопросы, основанные на прошлых ошибках работника, после каждого вопроса работник выбирает вариант ответа, который считает правильным. Далее система производит оценку физиологического состояния работника. На основе ответов и оценки состояния выдается доступ к работам. Разрабатываемое устройство разделено на две основные части:

1. Центральный блок включает в себя управляющие системой – микрокомпьютер Raspberry Pi 4, Микроконтроллер ATmega328 в составе ОП «Arduino». Система проверки знаний по охране труда реализована с помощью цветного графического экрана и двух кнопок.
2. Сенсорный блок состоит из модулей для проведения проверки состояния работника (датчик пульса и уровня SpO2, датчик паров спирта), аудиосистемы и веб-камеры для реализации автоматизированной системы распознавания личности с использованием машинного зрения для предотвращения фальсификации результатов.

В случае прохождения тестирования менее чем на 40% работник отстраняется от работы на неопределенное срок, обозначенный работодателем (ст. 76 ТК РФ) [1]. Если у работника выявлены медицинские противопоказания, работодатель обязан отстранить его от работы (не допускать к работе, исполнению трудовых обязанностей) (ст. 214 ТК РФ) [9]. Затраченное время на одного работника для прохождения тестирование и оценки здоровья составляет около 2 минут. Корпус устройства напечатан на 3D принтере с использованием филамента PETG (Рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – 3D-модель сенсорного блока



Рисунок 3 – 3D-модель центрального блока

**Программная часть устройства.** Машинное зрение реализовано с помощью библиотеки OpenCV на языке программирования Python. Применялся метод каскадов Хаара. После идентификации система проверяет человека на наличие в базе данных. Для создания базы данных была выбрана система управления базами данных SQLite3. SQLite3 отличается компактностью – она занимает один файл, благодаря чему встраивается в приложения, чтобы выполнять функции СУБД автономно, без использования сервера. Программный код для модулей физиологического состояния был написан на языке программирования C++ в бесплатной среде Arduino IDE.

**Результаты проекта и дальнейшее развитие.** Для диагностики физиологического состояния и уровня знаний по технике безопасности был разработан модульный программно-аппаратный комплекс (Рисунок 4). Разработана концепция действий для внедрения в производство (Рисунок 5). Планируется сотрудничество с предприятием по заказу. Рассчитаны себестоимость MVP – 50,892 тыс. руб. и цена готового продукта – 53, 04 тыс. руб. для перспективного серийного выпуска (Рисунок 6). Реализованные функции:

1. Создана база данных сотрудников;
2. Подключено машинное зрение, написанное на языке программирования Python;
3. Реализовано тестирование для проверки знаний по охране труда;
4. Реализована возможность проверки состояния сотрудника (уровень кислорода в крови, пары спирта, ЧСС);
5. Составлены общие вопросы по технике безопасности

В будущем планируется заключить сотрудничество с организацией, относящейся к целевой аудитории проекта для проведения апробации в реальных производственных условиях и получения обратной связи для качественной доработки проекта. Также к дальнейшему развитию проекта

можно отнести разработку второй версии устройства, содержащего улучшенные модули и большее количество факторов.



Рисунок 4 - Внешний вид комплекса «СканТест»



Рисунок 5 - Концепция действий для внедрения в производство

	Затраты на работу	Затраты на оборудование	Затраты на материалы	Всего
Себестоимость MVP	29 641 руб	0 руб	21 251 руб	50 892 руб
Себестоимость готового продукта	11 763 руб	0 руб	19 877 руб	31 641 руб
Цена готового продукта	4 600 руб	0 руб	6 328 руб	53 040 руб

\*выплата программисту

\*выплата производству

QR-коды для расчетов:

- Себестоимость MVP
- Себестоимость готового продукта
- Цена готового продукта

Подробнее о расчетах

Рисунок 6 – Бизнес модель проекта

**Выводы.** Разработка предварительного прототипа потребовала освоения множества новых знаний и стандартов. Выявлена важность соблюдения рекомендаций нормативных документов в области охраны труда и того, какой трагический опыт лежит в их основе. Получены важные знания по реализации схемотехнических решений в электронных устройствах. В результате данной работы была проведена разработка электронной и программной части устройства, которую можно применять на объектах с регламентированным режимом доступа на территорию, промышленных организациях топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплекса и логистических компаний для снижения уровня травматизма путем комплексной оценки физиологического состояния проверяемого и уровня его знаний по технике безопасности.

### **Список литературы:**

1. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.01.2024) статья 76 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/8539e92dc6f7886ba97841e38fc89ebbb7cac099/?ysclid=lsnlmna8qx359331837](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/8539e92dc6f7886ba97841e38fc89ebbb7cac099/?ysclid=lsnlmna8qx359331837)
2. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 N 2464) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=442665>
3. ПЕРЕЧЕНЬ ЗАПРОСОВ НА ИННОВАЦИИ ОАО «РЖД» 2023 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: 1937825 (yandex.ru)
4. ABIE SYSTEM [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://klp.ru/index.php?route=information/information&id=385>
5. Аппараты ЮМС [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.umsssoft.com/jums-ohrana-truda/>
6. Safety Training KIOSK - STK™ Scrum System [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://scrum-system.com/safety-kiosk.html>
7. «Технет» НТИ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://technet-nti.ru/index.php>
8. Данные Росстата [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://journal.tinkoff.ru/injuries-at-work-stat/?ysclid=luh5rgjjxg752455404>
9. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.01.2024) статья 214 [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/ac72247ee2007f6df12028f034524dc13bc88c2e/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ac72247ee2007f6df12028f034524dc13bc88c2e/)

## ЗАЯВКА

<b>Секция</b>	Информационные системы и технологии в науке, образовании и производстве
<b>Доклад</b>	МОДУЛЬНЫЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНО КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ «СКАНТЕСТ»
<b>Формат участия</b>	очно
<b>Телефон</b>	8-909-521-17-09
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:dariabuh07958@gmail.com">dariabuh07958@gmail.com</a>
<b>Примечание</b>	
<b>Авторы</b>	Бухтиярова Дарья Антоновна, Рынза Дарья Олеговна
<b>Руководители</b>	Авдеев Ярослав Всеволодович, Гладышев Юрий Сергеевич