

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 163–176.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 163–176.

Научная статья

УДК 331.45

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.018

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Владимир Владимирович Сиваков¹, Анатолий Михайлович Буглаев²,
Анатолий Николаевич Заикин³

^{1,3} Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

² Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

¹ sv@bgitu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0175-9030>

² an.buglaev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6923-4815>

³ zaikin.anatolij@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1831-6893>

Аннотация. Проблема повышения эффективности охраны труда на предприятиях, в том числе лесозаготовительных, в настоящее время является весьма актуальной, так как позволяет снизить случаи производственного травматизма за счет совершенствования обучения правилам техники безопасности, своевременного проведения различных инструктажей и периодического контроля знаний правил техники безопасности, контроля применения средств индивидуальной защиты. Цель работы – проанализировать направления использования цифровых технологий в области охраны труда на лесозаготовительном предприятии. Поиск и поддержание в актуальном состоянии документации по охране труда требует значительных затрат как со стороны персонала, так и со стороны предприятия. Применение информационных систем и сервисов, обеспечивающих оперативный доступ к нормативной информации, облегчающих процесс обучения правилам безопасной работы и оказания первой медицинской помощи, создает предпосылки для повышения эффективности системы охраны труда. Важным направлением, нацеленным на исключение случаев производственного травматизма, является контроль за опасными производственными зонами, особенно при работе в лесу, что дает возможность сигнализировать об опасности и отключить оборудование. Успешное решение поставленных задач возможно при внедрении цифровых технологий, основывающихся на нейросетях и искусственном интеллекте, на базе единой информационной системы управления класса ERP. Выбор программного обеспечения необходимо осуществлять исходя из анализа возможностей конкретного программного продукта, потребностей предприятия и возможности встраивания приобретаемого программного обеспечения в единую информационную систему управления.

Ключевые слова: система организации охраны труда, промышленное предприятие, цифровые сервисы, программное обеспечение, цифровизация

Для цитирования: Сиваков В. В., Буглаев А. М., Заикин А. Н. Цифровизация охраны труда на лесозаготовительном предприятии // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 163–176.

Original article

DIGITALIZATION OF LABOR PROTECTION AT A LOGGING ENTERPRISE

Vladimir V. Sivakov¹, Anatoly M. Buglaev², Anatoly N. Zaikin³

^{1,3} Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia

² Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ sv@bgitu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0175-9030>

² an.buglaev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6923-4815>

³ zaikin.anatolij@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1831-6893>

Abstract. The problem of improving the efficiency of labor protection at enterprises, including logging, is currently very relevant, because it reduces the incidence of occupational injuries at the enterprise by improving safety training, timely carrying out various inspections and periodic monitoring of knowledge of safety regulations, control of the use of personal protective equipment. The purpose of the work is to analyze the directions of using digital technologies in the field of labor protection at a logging enterprise. Finding and keeping up-to-date labor protection documentation requires significant costs on the part of both personnel and the enterprise. The use of information systems and services that provide prompt access to regulatory information, facilitate the process of learning the rules of safe work and first aid creates prerequisites for improving the efficiency of the labor protection system. An important area aimed at eliminating occupational injuries is the control of hazardous production areas, especially when working in the forest, which makes it possible to signal danger and disconnect equipment. The successful solution of these tasks is possible with the introduction of digital technologies based on neural networks and artificial intelligence, based on a unified ERP-class information management system. The choice of software should be carried out on the basis of an analysis of the capabilities of a specific software product, the needs of the enterprise and the possibility of embedding the purchased software into a single information management system.

Keywords: occupational safety management system, industrial enterprise, digital services, software, digitalization

For citation: Sivakov V. V., Buglaev A. M., Zaikin A. N. Digitalization of labor protection at a logging enterprise // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 163–176.

Введение

Вопрос безопасной эксплуатации техники персоналом лесозаготовительного предприятия и обеспечение охраны труда является важной и ответственной задачей, от решения которой зависит зачастую жизнь человека.

Как показывает статистика, количество случаев нарушения техники безопасности и, как следствие, число случаев производственного травматизма, в том числе с тяжелыми последствиями, достаточно большое, и задача их снижения весьма остро стоит перед отделами охраны труда на

предприятиях. Лесозаготовки характеризуются тяжелыми условиями работы персонала, а также наличием большого количества опасных факторов вследствие работы в лесу.

Цифровые технологии в настоящее время все шире применяются в нашей жизни, включая области образования, управления, финансовой сферы, транспорта, безопасности, а также в различных отраслях промышленности (Gölzer, Fritzsche, 2017; Chiu et al., 2017; Erboz, 2020; Tolstykh, Afonin, 2021; Olayode et al., 2021; Gavrilović, Mishra, 2021), при этом происходит изменение

подхода к получаемым данным и их использованию путем технологий Big date и Smart date, для обработки которых все шире применяются нейронные сети, создаются цифровые двойники как отдельных изделий, так и процессов, меняется методический подход к их проектированию (Техническое обслуживание, 2019; Parshina и Frolov, 2020; Белов и др., 2021; Fernando, 2022; Бовтеев, Веселова, 2022).

Не остается в стороне от цифровизации и система обеспечения охраны труда (Sharmanov et al., 2017; Внедрение технологий..., 2019; Новиков и др., 2019; Инновационные цифровые технологии..., 2022), в том числе и на предприятиях лесопромышленного комплекса (рис. 1).

Цель работы – проанализировать направления использования цифровых технологий в области охраны труда на лесозаготовительном предприятии.

Материалы и методы

В статье приведены основные тенденции применения цифровых технологий, используемых в области охраны труда на промышленных предприятиях, связанные со снижением нагрузки на службу охраны труда, повышением эффективности выявления нарушений правил техники безопасности, уменьшением случаев производственного травматизма.

Проанализированы сервисные и программные продукты в области охраны труда, выполнен сравнительный анализ их функциональности, особенности применения, возможности встраивания в единую информационную среду управления предприятием класса ERP.

Результаты исследования

Законодательство Российской Федерации в области охраны труда весьма обширно и направлено на защиту жизни, здоровья, благополучия каждого человека, в том числе и в процессе производственной деятельности.

Это право закреплено в нескольких статьях Конституции РФ, а также в многочисленных законах, ГОСТ, СП и других документах. Такое разнообразие законодательства создает огромные



Рис. 1. Применение информационных технологий в области охраны труда
 Fig. 1. Application of information technologies in the field of labor protection

проблемы для инженера по охране труда, так как необходимо не только знать их положения, но и контролировать актуальность, находить ответы на возникающие вопросы, поэтому использование цифровых технологий позволяет значительно повысить эффективность работы. Например, Минтруд России создал «Единую общероссийскую справочно-информационную систему по охране труда» (ЕИСОТ) (рис. 2).

На коммерческой основе разработан ряд сервисов, позволяющих получить доступ к базе данных нормативных документов, например справочно-правовые системы Гарант (Справочник промышленника..., 2023) и Техэксперт (Профессиональная справочная..., 2023), а также справочная система Акцион (рис. 3), предлагающая доступ к 86 млн документов, шаблонам и справочникам (Система Охрана..., 2023) и ряд других (Акцион Охрана..., 2023).

Автоматизация контроля проведения медосмотров, обучений, всевозможных инструктажей, выдачи средств индивидуальной защиты, контроля за сроками отправки различных документов является важным элементом, облегчающим работу службы охраны труда на предприятии.

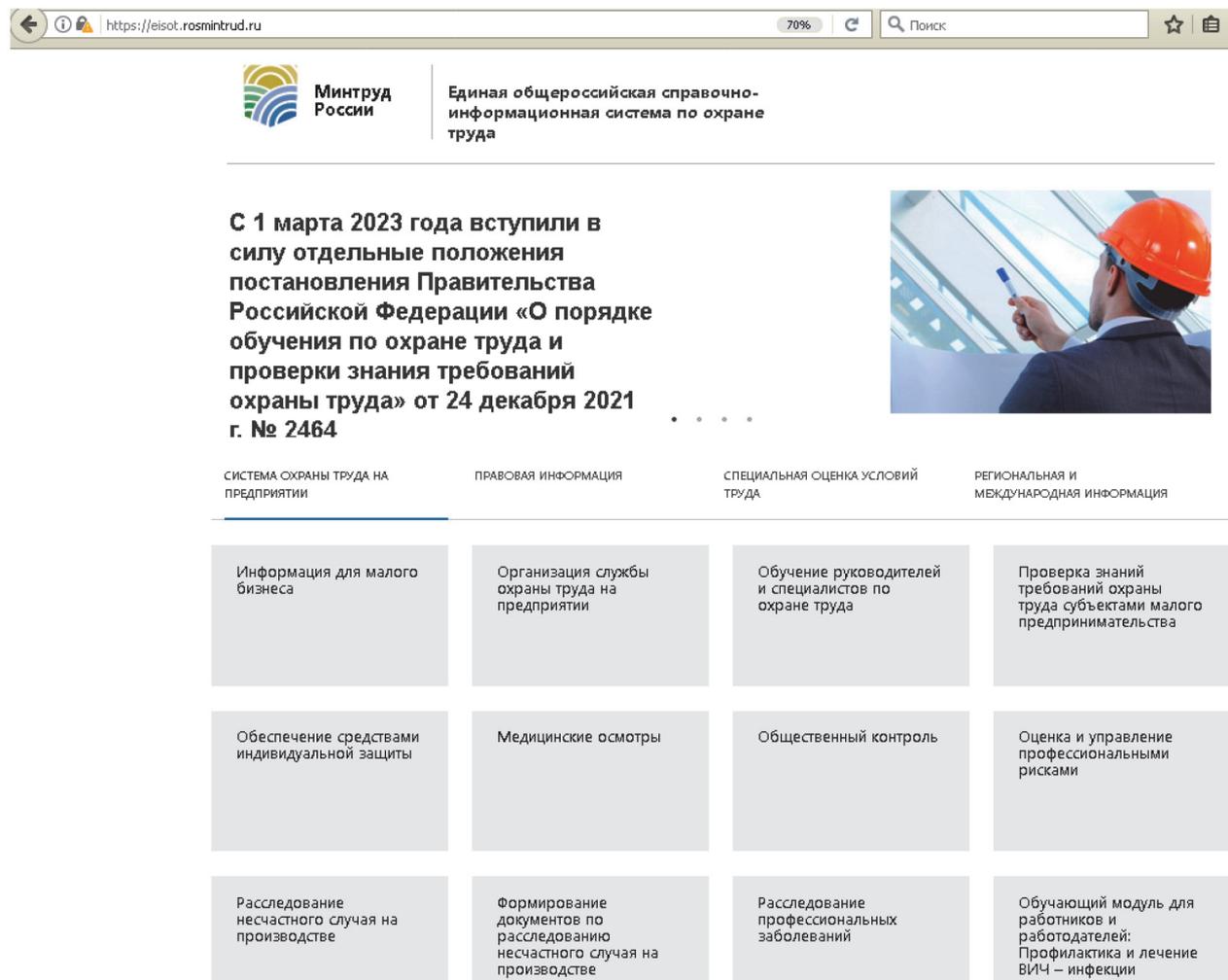


Рис. 2. Интерфейс Единой общероссийской справочно-информационной системы по охране труда (2023)
 Fig. 2. Interface of the Unified All-Russian reference and information system on labor protection

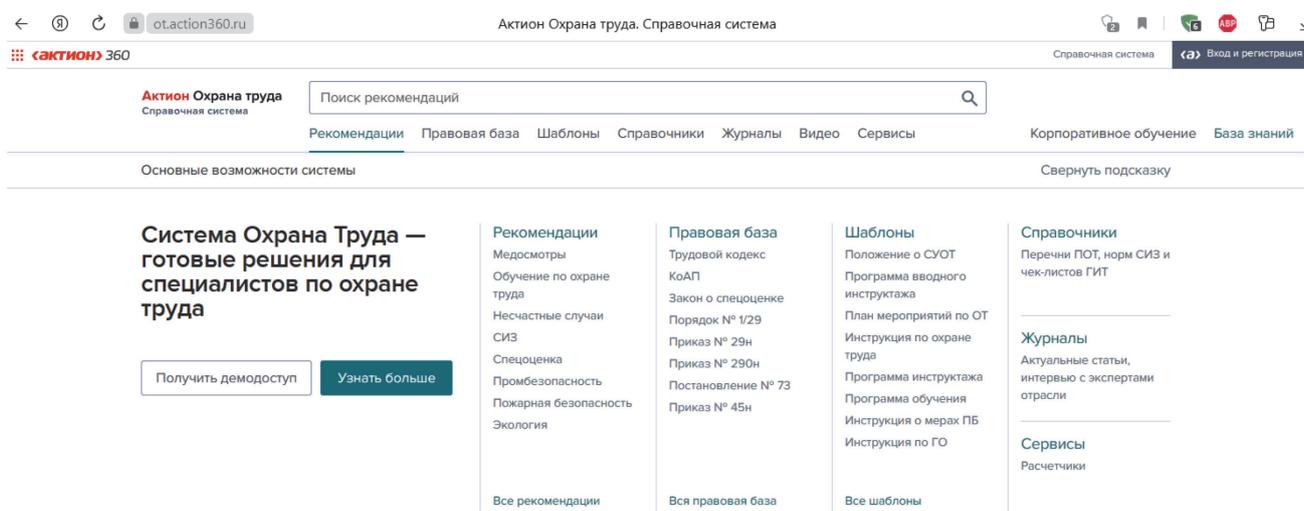


Рис. 3. Интерфейс справочной системы «Акцион»
 (Система Охрана..., 2023)
 Fig. 3. Interface of the Aktion help system

Для этого применяются как стандартные программы (например MS Excel, обладающая низкой эффективностью), так и специализированные программы и информационные системы (Автоматизация охраны..., 2023; Автоматизация производственной безопасности..., 2023; 1С: Производственная безопасность..., 2023; Электронное рабочее место..., 2023; Модуль..., 2023; ЭРМ инженера..., 2023; ОЛИМПОКС: Инструктаж 365, 2023).

Наиболее известные программные продукты представлены на платформе 1С–1С: Охрана труда (Автоматизация производственной безопасности..., 2023) и 1С: Производственная безопасность. Охрана труда (1С: Производственная безопасность..., 2023). Кроме этого, используются и другие программы, разработанные компаниями и частными лицами, но возможности у них достаточно

ограниченные. Сравнение указанных программ представлено в таблице.

Программный продукт «Системы безопасности и охраны труда» (рис. 4) помогает автоматизировать учет на рабочем месте специалиста по охране труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности. Это самостоятельная конфигурация, разработанная компанией «Информ Сервис» (Автоматизация производственной безопасности..., 2023).

«1С: Производственная безопасность. Охрана труда» (рис. 5) – одно из основных программных решений для автоматизации задач охраны труда и обеспечения автоматизации процессов учета, планирования, контроля и формирования аналитической отчетности по охране труда в соответствии с требованиями законодательства РФ, отраслевой и корпоративной спецификой.

Таблица 1
Table 1

Сравнительная характеристика программных продуктов для инженера по охране труда
Comparative characteristics of software products for an occupational safety engineer

Название Title	Наличие приложения Availability of the application	Возможности Opportunities	Интеграция с EPR системой Integration with the ERP system	Разработчик Developer
Система безопасности и Охрана труда 1С: Предприятие 8 1С: Occupational Safety and Health System:Enterprise 8	Да Yes	Высокие High	Да Yes	Информ Сервис, РФ Inform Service, Russian Federation
1С: Производственная безопасность. Охрана труда 1С: Industrial safety. Labor protection	Нет No	Высокие High	Да Yes	1С, РФ 1S, Russian Federation
Программа КОТ A program KOT	Нет No	Средние Medium	Нет No	ООО «Информ Консот», РФ “Inform Consot” LLC, Russian Federation
Программа АРМ «Специалиста по ОТ» The program of the Automated control system «OT Specialis»	Нет No	Средние Medium	Нет No	Экспертцентр, Беларусь Expert Center, Belarus
ЭРМ инженера по охране труда ERM of an occupational safety engineer	Нет No	Низкие Low	Нет No	Издательство Форум Медиа, РФ Forum Media Publishing House, Russian Federation
ОЛИМПОКС: Инструктаж 365 OLYMPFOX: Briefing 365	Нет No	Низкие Low	Нет No	Консалтинговая группа «ТЕРМИКА» Consulting Group “THERMIKA”
ФИ-ОТ FI-OT	Нет No	Низкие Low	Нет No	ООО «Финдиас» Open joint stock company “Findias”

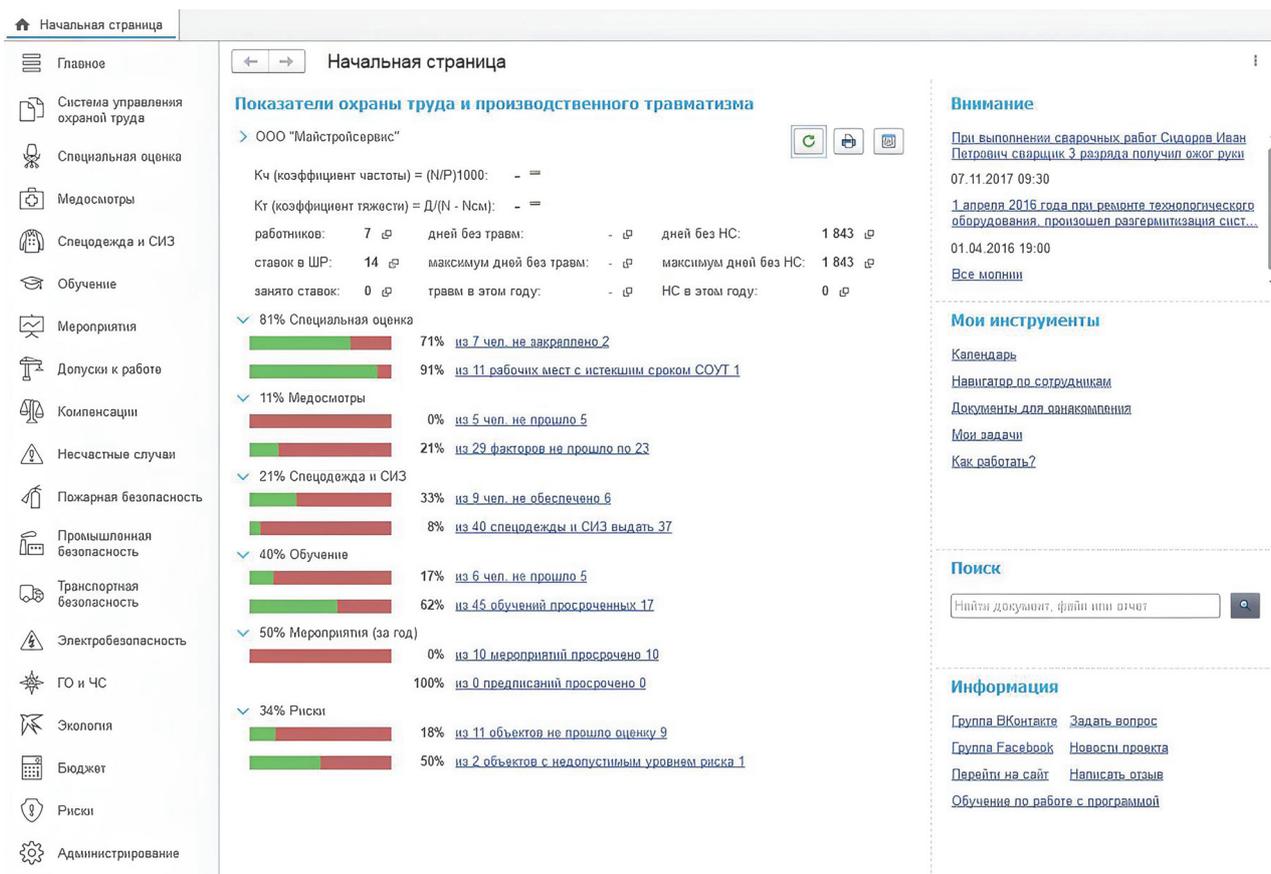


Рис. 4. Пример интерфейса начальной страницы программы «Системы безопасности и охраны труда»
Fig. 4. An example of the interface of the initial page of the program "Occupational safety and health systems"

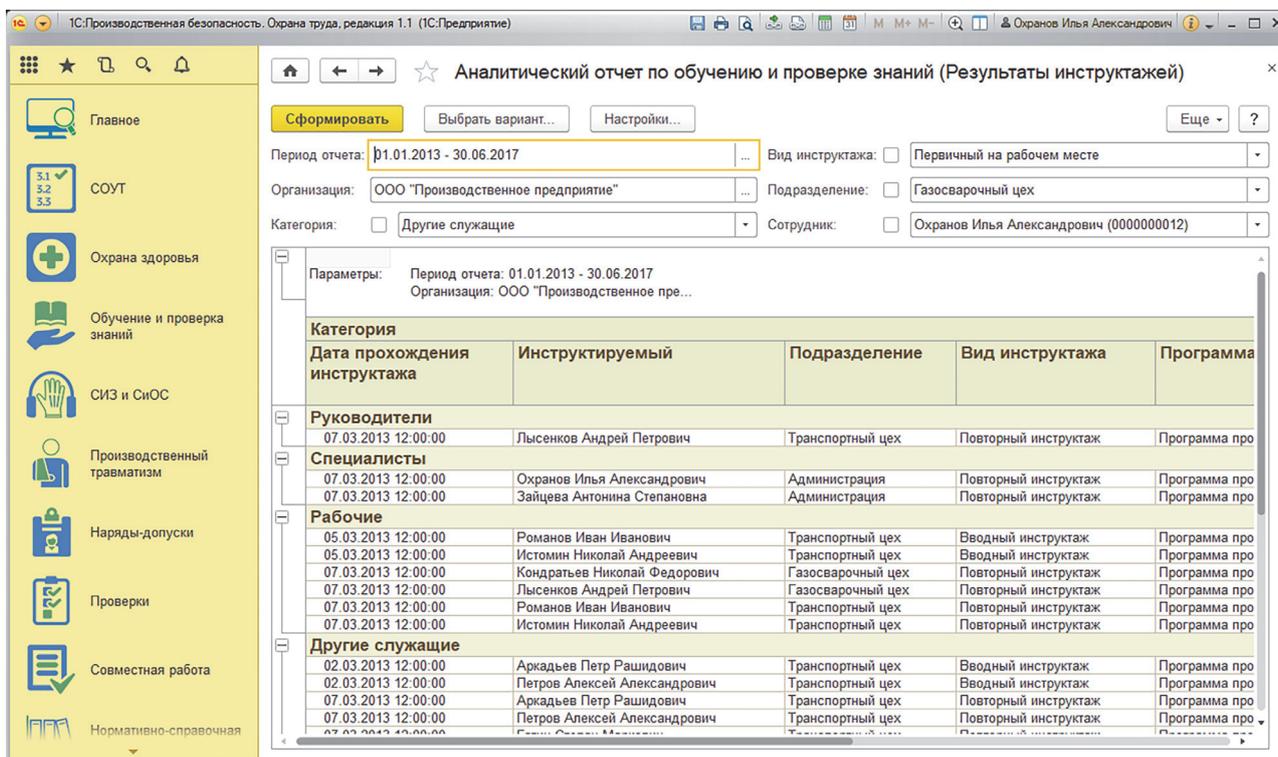


Рис. 5. Пример интерфейса страницы «1С: Производственная безопасность. Охрана труда»
Fig. 5. Example of the interface of page "1C: Industrial safety. Labor protection"

Инструктажи, проверка знаний в области охраны труда неразрывно связаны с обучением. Для повышения эффективности предлагается использование мультимедийных технологий, презентаций, видеоинструкций, в том числе и по вопросам оказания первой медицинской помощи пострадавшим от несчастных случаев (рис. 6) (Электронная платформа..., 2023).

При оказании такой помощи желательно, чтобы была видеосвязь со специалистом-медиком, который смог бы контролировать этот процесс и обеспечивать методическую помощь. Применение технологий дополненной реальности в этом случае также было бы очень полезным, так как в стрессовых ситуациях человек может растеряться и упустить время для эффективного оказания медицинской помощи.

Применение технологий дополненной и виртуальной реальности (Степанов, Бурмин, 2017; Иванова, 2018; Соснило, Устюжанина, 2019) позволяет эффективно осуществлять обучение и информирование сотрудников как о безопасных приемах труда, так и приемах оказания первой медицинской помощи за счет улучшения взаимодействия с изучаемым контентом.

Очень важно не просто проводить обучение, но и следить за применением средств индивидуальной защиты (рис. 7), поведением работников (рис. 8), а также предупреждать их о попадании

в опасную зону (рис. 9). Такого рода решения предлагаются рядом российских компаний (ARgment. Safety..., 2023; Видеоаналитика..., 2023; Обнаружение опасного поведения..., 2023).

Процесс лесозаготовок имеет свои особенности, заключающиеся в работе вдали от предприятий, на лесосеке, поэтому остро встает вопрос обеспечения безопасной работы при валке и трелевке деревьев. Ведущий международный лесопромышленный холдинг Segezha Group и «ИНЛАЙН ГРУП» провели совместные испытания отечественной программной платформы дополненной реальности «ИКСАР» в комбинации с AR-очками промышленного исполнения (рис. 10) в реальных полевых условиях на одном из лесозаготовительных участков в Вологодской области. В ходе испытаний сотрудники применяли стандартную каску с закрепленными на ней монокулярными и бинокулярными AR-очками с загруженным программным обеспечением «ИКСАР» и настроенными процессами, благодаря чему на экране AR-очков сотрудник видел пошаговые операции согласно действующему в компании регламенту проведения работ (Segezha Group..., 2023).

Однако требуются еще и внешняя система оценки действий работника, включающая видеокамеры, установленные на транспортном средстве и дающие обзор на 360° (наподобие решений для автомобилей многих автопроизводителей),

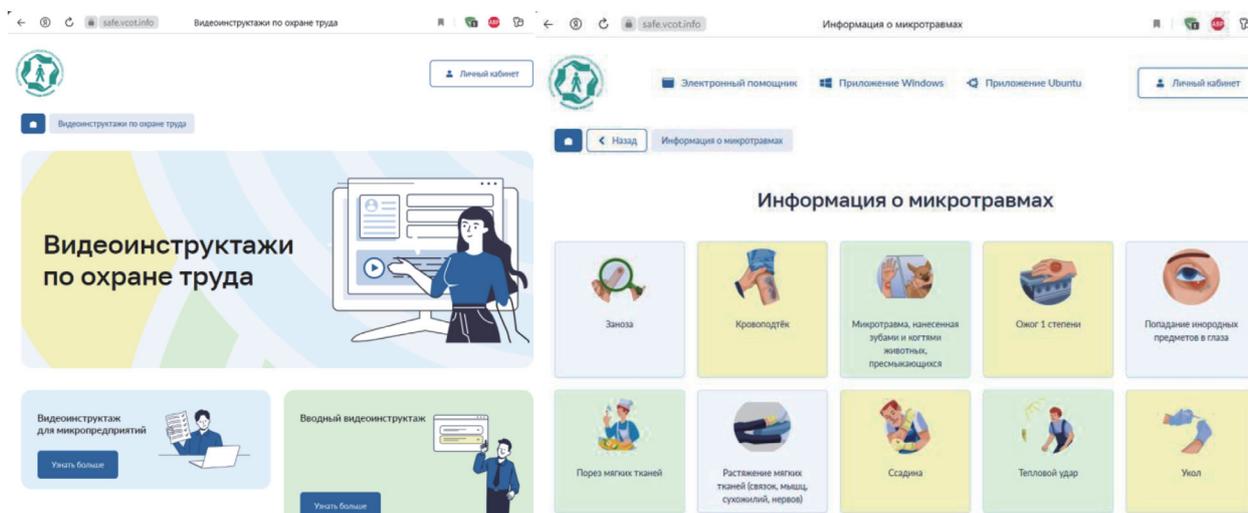


Рис. 6. Электронная платформа по охране труда
Fig. 6. Electronic Labor Protection platform

и программное обеспечение, анализирующее окружающую обстановку и контролирующее попадание людей в опасные зоны, как это выполнено для стационарных объектов (Контроль зон..., 2023; Контроль опасных зон..., 2023).

С учетом того, что все направления деятельности по охране труда целесообразно связать в единую цифровую систему, использование «1С: Предприятие 8. Производственная безопасность» дает возможность организовать цифровую экосистему



Рис. 7. Пример контроля применения средств индивидуальной защиты
Fig. 7. Example of monitoring the use of personal protective equipment



Рис. 8. Обнаружение опасного поведения персонала
Fig. 8. Detection of dangerous personnel behavior

предприятия и встроить ее в единое цифровое пространство. Применение данного решения позволит обнаруживать нарушения в режиме реального времени, оперативно расширять возможности на-

стройки системы (задание контуров наблюдений, перечня детектируемых СИЗ и т. д.), использовать различные настраиваемые сценарии работы.



Рис. 9. Пример контроля опасных зон (Контроль зон..., 2023; Контроль опасных зон..., 2023)

Fig. 9. Example of control of hazardous areas



Рис. 10. Испытания отечественной программной платформы дополненной реальности «ИКСАР» с AR-очками (Segezha Group..., 2023)

Fig. 10. Tests of the domestic augmented reality software platform “IXAR” with AR glasses

Заключение

Проведенные исследования позволили установить, что применение цифровых технологий в области охраны труда является одним из актуальных трендов (Волдаев, 2017; Тимофеев, Тимофеева, 2022; Самарская, 2022), при этом развивается ряд программных продуктов, информационных систем и сервисов, направленных на оперативный доступ к нормативной информации, составление отчетности, повышение качества обучения, управления инструктажами, а также по-

зволяющих контролировать соблюдение правил техники безопасности.

Рассмотренные программные продукты применяются для ряда промышленных предприятий, в то же время процесс лесозаготовок отличается выполнением работ в лесу, что требует доработки существующих систем с учетом опасных факторов (Буглаев, Сиваков, 2022), в том числе при заготовке древесины на территориях, подвергшихся радиационному загрязнению (Повышение эффективности..., 2020).

Список источников

- 1С: Производственная безопасность. Охрана труда. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_occsaf/features (дата обращения: 06.08.2023).
- Автоматизация охраны труда, сервис для специалистов. URL: <https://otor.pro> (дата обращения: 06.08.2023).
- Автоматизация производственной безопасности и охраны труда. URL: <https://www.ot-soft.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Акцион Охрана труда : справочная система. URL: <https://ot.action360.ru/> (дата обращения: 06.08.2023).
- Белов В. Ф., Гаврюшин С. С., Занкин А. И. Архитектура цифровой платформы исследования и проектирования инноваций в машино- и приборостроении // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2021. № 3 (732). С. 3–15. DOI: 10.18698/0536-1044-2021-3-3-15
- Бовтеев С. В., Веселова Н. И. Разработка метода создания семейств строительных машин и оборудования для 3D- и 4D-моделирования // Системные технологии. 2022. № 3 (44). С. 14–23. DOI: 10.55287/22275398_2022_3_14
- Буглаев А. М., Сиваков В. В. Безопасность жизнедеятельности в лесу : справочник. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 140 с. ISBN 978-5-9729-1068-7.
- Видеоаналитика на производстве. URL: <https://www.1c-prombez.ru/dt/videoanalitika-na-proizvodstve/> (дата обращения: 10.07.2023).
- Внедрение технологий цифрового обучения для повышения качества обучения работников охране труда / Г. Е. Седельников, А. И. Фомин, А. М. Ермолаев, Е. А. Петров // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 1. С. 62–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-1-62-66
- Волдаев М. Н. Цифровая трансформация лесной отрасли России // Деревообрабатывающая промышленность. 2017. № 2. С. 24–30.
- Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда. URL: <https://eisot.gosmintrud.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // СРРМ. 2018. № 3 (108). С. 88–107.
- Инновационные цифровые технологии в области промышленной безопасности охраны труда и окружающей среды / М. В. Малофеев, П. И. Чермянин, М. Б. Кошелев [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 5 (90). С. 82–85. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-5-82-85
- Контроль зон. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/kontrol-zon/> (дата обращения: 10.07.2023).
- Контроль опасных зон с помощью видеоаналитики. URL: <https://vizorlabs.ru/otraslevye-resheniya/nftegaz/kontrol-opasnykh-zon/> (дата обращения: 10.07.2023).

- Модуль прикладного программного обеспечения (МППО) «Автоматизированное рабочее место специалиста по охране труда». URL: <https://expert.by/products/arm/> (дата обращения: 06.08.2023).
- Новиков Н. Н., Тодрадзе К. Н., Ворошилов А. С. Цифровые технологии в охране труда. Управление компетентностью работников // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2019. № 1. С. 61–64.
- Обнаружение опасного поведения. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/obnaruzhenie-opasnogo-povedeniya/> (дата обращения: 10.07.2023).
- ОЛИМПОКС: Инструктаж 365. URL: https://olimpoks.ru/oks/software/olimpoks_briefing/ (дата обращения: 06.08.2023).
- Повышение эффективности работы машин и оборудования при заготовке древесины в лесах с радиоактивным загрязнением / А. Н. Заикин, А. С. Торопов, В. М. Меркелов, В. В. Сиваков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 1 (373). С. 113–127. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-113-127
- Профессиональная справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ». URL: <https://tech.company-dis.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Самарская Н. А. Трансформация охраны труда в условиях цифровой экономики // Экономика труда. 2022. № 2. С. 333–348. DOI: 10.18334/et.9.2.114261
- Система Охрана труда. URL: https://1gl-spb.ru/sistemy/ohrana_truda (дата обращения: 06.08.2023).
- Соснило А. И., Устюжанина М. Д. Технологии виртуальной и дополненной реальности как факторы государственной экономической политики и роста конкурентоспособности бизнеса // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2019. № 2. С. 204–219. DOI: 10.15593/2224-9354/2019.2.15
- Справочник промышленника в составе системы ГАРАНТ. URL: <http://industry.garant.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Степанов Ю. А., Бурмин Л. Н. Обеспечение охраны труда горнорабочих с использованием технологии Google VR // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 3. С. 60–64. DOI:10.21603/2542-2448-2017-3-60-64
- Техническое обслуживание технологических машин на базе цифровизации / А. К. Тугенгольд, Р. Н. Волошин, А. Р. Юсупов, Т. Н. Круглова // Вестник Донского государственного технического университета. 2019. Т. 19. № 1. С. 74–80. DOI: 10.23947/1992-5980-2019-19-1-74-80
- Тимофеев С. С., Тимофеева С. С. Цифровое будущее охраны труда // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. Т. 7. № 1. С. 51–62. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2022-1-51-62>
- Электронная платформа по охране труда. URL: <https://safe.vcot.info/videoinstruktazh> (дата обращения: 10.07.2023)
- Электронное рабочее место инженера по охране труда KOT. URL: https://consot.ru/soft_erm_kot/ (дата обращения: 06.08.2023).
- ЭРМ инженера по охране труда. URL: <https://www.softportal.com/software-33526-erm-inzshenera-po-ohrane-truda.html> (дата обращения: 06.08.2023).
- ARgument.Safety. Сервис для снижения травматизма и ЧС на предприятиях с применением технологий дополненной реальности. URL: <https://argument.digital/safety/> (дата обращения: 06.08.2023).
- Chiu Y.-C., Cheng F.-T., Huang H.-C. Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0. // Journal of the Chinese Institute of Engineers. 2017. № 1–10. DOI: 10.1080/02533839.2017.1362357 (accessed 01.01.2023).
- Erboz G. A qualitative study on industry 4.0 competitiveness in Turkey using Porter diamond model // Journal of Industrial Engineering and Management. 2020. № 13(2) : 266. DOI: 10.3926/jiem.2915
- Fernando J. Digital Twin for Processes and Products / Technoarete Transactions on Internet of Things and Cloud Computing Research. (2022). № 2. DOI: 10.36647/TTITCCR/02.02.Art002.

- Gavrilović N., Mishra A.* Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions // *J Ambient Intell Human Comput.* 2021. № 12. P. 1315–1336. DOI: 10.1007/s12652-020-02197-3
- Gölzer P., Fritzsche A.* Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice // *Production Planning and Control.* 2017. № 28 (16). P. 1332–1343. DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148
- Kolberg D., Zühlke D.* Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies // *IFAC-Papers On Line.* 2015. № 48 (3). P. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359
- Olayode I., Tartibu L., Okwu M.* Prediction and Modelling of Traffic Flow of Human-driven Vehicles at a Signalized Road Intersection Using Artificial Neural Network Model : A South African Road Transportation System Scenario // *Transportation Engineering.* 2021. № 6. DOI: 10.1016/j.treng.2021.100095
- Parshina I. S., Frolov E. B.* Development of a digital twin of the production system on the basis of modern digital technologies // *Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2020. Vol. 13. № 1. P. 29–34. DOI: 10.17073/2072-1633-2020-1-29-34
- Segezha Group тестирует технологии и устройства вспомогательной реальности (assisted reality) в «полевых» условиях. URL: <https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641> (дата обращения: 10.07.2023).
- Sharmanov V. V., Simankina T. L., Mamaev A. E.* BIM in the assessment of labor protection // *Magazine of Civil Engineering.* 2017. № 1 (69). P. 77–88. DOI: 10.18720/MCE.69.7
- Tolstykh T. O., Afonin S. E.* Strategic development of scientific and technical potential of industry during the digital transformation of economy // *Russian Journal of Industrial Economics.* 2021. № 14 (4). P. 410–417. DOI: 10.17073/2072-1633-2021-4-410-417

References

- 1C: Industrial safety. Occupational safety and health. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_occsaf/features (accessed 08.06.2023).
- ARgment.Safety. A service for reducing injuries and emergencies at enterprises using augmented reality technologies. URL: <https://argument.digital/safety/> (accessed 06.08.2023).
- Automation of industrial safety and labor protection. URL: <https://www.ot-soft.ru> (accessed 08.06.2023).
- Automation of labor protection, service for specialists. URL: <https://otor.pro> (accessed 08.06.2023).
- Belov V. F., Gavryushin S. S., Zankin A. I.* Architecture of a digital circuit board-forms of research and design of innovations in machine and instrument construction // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mechanical engineering.* 2021. № 3 (732). P. 3–15. DOI: 10.18698/0536-1044-2021-3-3-15 (In Russ.)
- Bovteev S. V., Veselova N. I.* Development of a method for creating families of construction machines and equipment for 3D- and 4D-modeling // *System technologies.* 2022. № 3 (44). P. 14–23. DOI: 10.55287/22275398_2022_3_14 (In Russ.)
- Buglaev A. M., Sivakov V. V. Life safety in the forest: Handbook. Moscow ; Vologda : Limited Liability Company “Infra-Engineering Publishing House”, 2022. 140 p. ISBN 978-5-9729-1068-7.
- Chiu Y.-C., Cheng F.-T., Huang H.-C.* Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0. // *Journal of the Chinese Institute of Engineers.* 2017. № 1–10. DOI: 10.1080/02533839.2017.1362357 (accessed 01.01.2023).
- Control of hazardous areas using video analytics. URL: <https://vizorlabs.ru/otraslevye-resheniya/neftegaz/kontrol-opasnykh-zon/> (accessed 07.10.2023).
- Detecting dangerous behavior. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/obnaruzhenie-opasnogo-povedeniya/> (accessed 07.10.2023).

- Electronic platform for occupational safety and health. URL: <https://safe.vcot.info/videoinstruktazh> (accessed 07.10.2023).
- Erboz G.* A qualitative study on industry 4.0 competitiveness in Turkey using Porter diamond model // *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2020. № 13(2) : 266. DOI: 10.3926/jiem.2915
- ERM of an occupational safety engineer. URL: <https://www.softportal.com/software-33526-erm-inzshenera-po-ohrane-truda.html> (accessed 08.06.2023).
- Fernando J.* Digital Twin for Processes and Products / *Technoarete Transactions on Internet of Things and Cloud Computing Research*. (2022). № 2. DOI: 10.36647/TTITCCR/02.02.Art002.
- Gavrilović N., Mishra A.* Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions // *J Ambient Intell Human Comput*. 2021. № 12. P. 1315–1336. DOI: 10.1007/s12652-020-02197-3
- Gölzer P., Fritzsche A.* Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice // *Production Planning and Control*. 2017. № 28 (16). P. 1332–1343. DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148
- Innovative digital technologies in the field of industrial safety of labor protection and the environment / *M. V. Malofeev, P. I. Chermyanin, M. B. Koshelev [et al.]* // *Exposition Neft Gaz*. 2022. № 5 (90). P. 82–85. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-5-82-85 (In Russ.)
- Introduction of digital learning technologies to improve the quality of training for workers in occupational safety / *G. E. Sedelnikov, A. I. Fomin, A.M. Ermolaev, E. A. Petrov* // *Occupational safety in industry*. 2019. № 1. P. 62–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-1-62-66 (In Russ.)
- Improving the efficiency of machinery and equipment when harvesting wood in forests with radioactive contamination / *A. N. Zaikin, A. S. Toropov, V. M. Merkelov, V. V. Sivakov* // *Izvestia of Higher educational institutions. Forest magazine*. 2020. № 1 (373). P. 113–127. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-113-127 (In Russ.)
- Ivanova A. V.* Technologies of virtual and augmented reality: possibilities and obstacles of application // *CPRM*. 2018. № 3 (108). P. 88–107. (In Russ.)
- Kolberg D., Zühlke D.* Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies // *IFAC-Papers On Line*. 2015. № 48 (3). P. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359
- Labor Protection system. URL: https://1gl-spb.ru/sistemy/ohrana_truda (accessed 08.06.2023).
- Maintenance of technological machines based on digitalization / *A. K. Tugengold, R. N. Voloshin, A. R. Yusupov, T. N. Kruglova* // *Bulletin of the Don State Technical University*. 2019. Vol. 19. № 1. P. 74–80. DOI: 10.23947/1992-5980-2019-19-1-74-80 (In Russ.)
- Novikov N. N., Todradze K. N., Voroshilov A. S.* Digital technologies in labor protection. Management of employee competence // *Proceedings of the Rostov State University of Railway Engineering*. 2019. № 1. P. 61–64 (In Russ.)
- Occupational Safety and Health Act. The reference system. URL: <https://ot.action360.ru/> (accessed 08.06.2023).
- Olayode I., Tartibu L., Okwu M.* Prediction and Modelling of Traffic Flow of Human-driven Vehicles at a Signalized Road Intersection Using Artificial Neural Network Model : A South African Road Transportation System Scenario // *Transportation Engineering*. 2021. № 6. DOI: 10.1016/j.treng.2021.100095
- OLYMPOX: Briefing 365. URL: https://olimpoks.ru/oks/software/olimpoks_briefing/ (accessed 08.06.2023).
- Parshina I. S., Frolov E. B.* Development of a digital twin of the production system on the basis of modern digital technologies // *Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics*. 2020. Vol. 13. № 1. P. 29–34. DOI: 10.17073/2072-1633-2020-1-29-34
- Samarskaya N. A.* Transformation of labor protection in the digital economy // *Labor economics*. 2022. № 2. P. 333–348. DOI: 10.18334/et.9.2.114261 (In Russ.)

- Segezha Group тестирует технологии и устройства вспомогательной реальности (assisted reality) в «полевых» условиях. URL: <https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641> (дата обращения: 10.07.2023).
- Sharmanov V. V., Simankina T. L., Mamaev A. E.* BIM in the assessment of labor protection // Magazine of Civil Engineering. 2017. № 1 (69). P. 77–88. DOI: 10.18720/MCE.69.7
- Stepanov Yu. A., Burmin L. N.* Ensuring labor protection for miners using Google VR technology // Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, Technical and Earth Sciences. 2017. № 3. P. 60–64. DOI:10.21603/2542-2448-2017-3-60-64 (In Russ.)
- Sosnilo A. I., Ustyuzhanina M. D.* Virtual and augmented reality technologies as factors of state economic policy and business competitiveness growth // Bulletin of PNRPU. Socio-economic sciences. 2019. № 2. С. 204–219. DOI: 10.15593/2224-9354/2019.2.15 (In Russ.)
- The electronic workplace of an occupational safety engineer is a CAT. URL: https://consot.ru/soft_erm_kot/ (accessed 08.06.2023).
- The industrialist's Handbook as part of the GARANT system. URL: <http://industry.garant.ru> (accessed 08.06.2023).
- The module of the applied software (MPPPO) “Automated workplace of the occupational safety specialist”. URL: <https://expert.by/products/arm/> (accessed 08.06.2023).
- The professional reference system “TECHEXPERT”. URL: <https://tech.company-dis.ru> (accessed 08.06.2023).
- Timofeev S. S., Timofeeva S. S.* The digital future of labor protection // XXI century. Technosphere safety. 2022. Vol. 7. № 1. P. 51–62. DOI: 10.21285/2500-1582-2022-1-51-62 (In Russ.)
- Tolstykh T. O., Afonin S. E.* Strategic development of scientific and technical potential of industry during the digital transformation of economy // Russian Journal of Industrial Economics. 2021. № 14 (4). P. 410–417. DOI: 10.17073/2072-1633-2021-4-410-417
- Unified All-Russian reference and information system on labor protection. URL: <https://eisot.rosmintrud.ru> (accessed 08.06.2023).
- Video analytics in production. URL: <https://www.lc-prombez.ru/dt/videoanalitika-na-proizvodstve> (accessed 07.10.2023).
- Voldaev M. N.* Digital transformation of the Russian forest industry // The woodworking industry. 2017. № 2. P. 24–30. (In Russ.)
- Zone control. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/kontrol-zon/> (accessed 07.10.2023).

Информация об авторах

- В. В. Сиваков* – кандидат технических наук, доцент;
А. М. Буглаев – доктор технических наук, профессор;
А. Н. Заикин – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors

- V. V. Sivakov* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. M. Buglaev – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. N. Zaikin – Doctor of Technical Sciences, Professor.

*Статья поступила в редакцию 07.08.2023; принята к публикации 01.12.2023.
The article was submitted 07.08.2023; accepted for publication 01.12.2023.*
