

В.В. Сиваков, А.Н. Заикин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Введение. Повышение эффективности обучения персонала промышленных предприятий, в том числе лесного комплекса, а также подготовки студентов средних и высших учебных заведений является важнейшим для получения прочных знаний и умений. Это актуально не только в России, но и за рубежом [Šprogić, 2023], особенно в тех случаях, когда работа осуществляется в опасных условиях, например, на лесозаготовках, с применением моторного инструмента, что характерно как для европейских стран, так и всех других [Robb, 2022; Ferreira, 2022; Häggström, 2022; Kaakkuriivaara, 2022; Заикин, Сиваков и др., 2022]. Вопрос безопасного применения моторного инструмента персоналом лесозаготовительного предприятия и обеспечение охраны труда является важной и ответственной задачей, от решения которой зависит зачастую жизнь человека, ведь заготовка древесины является опасным и последствия нарушения техники безопасности приводит к производственным травмам, в том числе с тяжелыми последствиями – летальным.

Качество подготовки инженерных кадров, в том числе и в лесной отрасли, после перехода от специалитета к бакалавриату в России, резко снизилось за счет сокращения теоретических курсов и уменьшения практической подготовки. Студенты стали получать значительно меньший объем знаний, при этом большая часть занятий отводится на самостоятельную подготовку, что требует от студента высокой мотивации к обучению [Лифшиц, 2013; Абрамов, Задорин и др., 2018; Григораш, 2017].

В этих условиях актуальным становится поиск новых технологий обучения, позволяющих повысить эффективность процесса получения новых знаний и научить приемам безопасной работы, ведь лесозаготовки характеризуются тяжелыми условиями работы, а также наличием большого количества опасных факторов вследствие работы в лесу.

В настоящее время одним из основных направлений развития является цифровизация, которая активно применяется в ряде областей – образовании, управлении, финансовой сфере, транспорте, информационной безопасности, навигации, в различных отраслях промышленности [Tolstykh et al., 2021; Cheng, 2021; Olayode, 2021; Gavrilović, 2021; Erboz, 2020;

Gölzer et al., 2017; Kolberg et al., 2015; Chiu et al., 2017; Тугенгольд и др., 2019], а также в лесном комплексе [Заикин, Сиваков и др., 2023].

Цель работы – проанализировать направления использования цифровых технологий для повышения эффективности обучения.

Материалы и методика исследования. В статье приведены основные направления использования цифровых технологий в области обучения, позволяющие повысить качество подготовки выпускников средних специальных и высших учебных заведений, а также подготовки работников, в том числе в области охраны труда, снизить случаи производственного травматизма. Проанализированы ряд работ российских и иностранных исследователей, касающиеся вопросов повышения эффективности обучения, в том числе с применением новых цифровых технологий на примере лесного комплекса.

Результаты исследования. Процесс получения знаний и умений требует от обучаемых внимания и высокой мотивации, поэтому ведется постоянный поиск новых приемов и средств обучения, которые позволят повысить заинтересованность в получении знаний, а также разнообразить процесс обучения, делая его более интересным и реалистичным, что достигается применением цифровых технологий (рис. 1).



Рис. 1. Применение информационных технологий в области обучения

Fig. 1. Application of information technologies in the field of education

Наиболее известным применением информационных технологий для обучения является использование электронных курсов, позволяющих организовать доступ к учебным материалам в режиме of-line, организовать выполнение виртуальных практических и лабораторных работ, а также электронное тестирование пройденного материала (рис. 1). К таким системам дистанционного обучения относятся Moodle и ряд других [Clara, 2019; Сиваков, Заикин, 2021; Tomaš, 2021].

Для более наглядного представления учебного материала применяются мультимедийные презентации и видеоматериалы, наиболее известным и крупным хранилищем видеоконтента является сервис [youtube.com](https://www.youtube.com) [AlHasan, 2023; Hamidah, 2023; Kristiawan, 2023].

Популярным направлением совершенствования процесса обучения является использование различных электронных симуляторов и тренажеров (рис. 2), при этом для лесного комплекса наиболее часто применяются тренажеры харвестеров, форвардеров, а также различного технологического оборудования [Мохирев и др., 2014; Осипова и др., 2011; Rukomoynikov et al., 2023]. Многие крупные производители лесозаготовительной техники, например, JohnDeere, Pounce, Komatsu для обучения операторов используют собственные тренажеры. Независимые исследователи разрабатывают свои тренажеры [Свидетельство, № 2023664825 и № 2023662676, 2023].

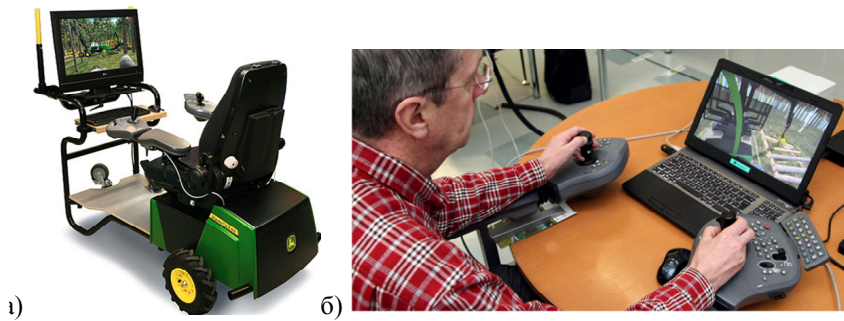


Рис. 2. Тренажер лесозаготовительной техники:
а – 3D-тренажер; б – тренажер для персонального компьютера

Fig. 2. Forestry equipment simulator:
a – 3D simulator; b – simulator for personal computer

Практика обучения студентов средних и высших учебных заведений с применением реалистичных тренажеров харвестеров и форвардеров явля-

ется достаточно распространенной, позволяющей изучить основные приемы эффективной и безопасной работы, снизить затраты времени на реальное обучение. Такого рода симуляторы разработаны и применяются и в других областях.

Наиболее современным способом повышения эффективности обучения в настоящее время является применение симуляторов с очками виртуальной или дополненной реальности.

Как показывают результаты исследований ряда авторов [Robb et al., 2022; Ferreira; 2022; Häggström, 2022], на лесозаготовках происходит достаточно большое количество несчастных случаев, связанных, как правило, с нарушениями правил безопасной работы, происходящих как по причине пренебрежения правилами техники безопасности, так и вследствие забывчивости. Поэтому для повышения эффективности обучения при работе, например, с бензопилой, предлагается [Saracchi, 2023] использовать технологию виртуальной реальности, позволяющей получить навыки безопасной работы и закрепить их на практике, а также периодически повторять.

Цифровизация наиболее эффективна при комплексном внедрении на предприятии, в том числе и в системе обеспечения охраны труда [Седельников и др., 2019; Малофеев и др., 2022] на предприятиях лесопромышленного комплекса, при этом наиболее известными и применяемыми являются программные продукты на платформе 1С – 1С: Охрана труда [https://ohranatruda.ru/ot_soft/1s-ot] и 1С: Производственная безопасность. Охрана труда [https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_occsaf/features], позволяющие осуществить интеграцию с ERP системой предприятия.

В связи с тем, что осуществление процесса лесозаготовок связано с повышенной опасностью работы для персонала, поэтому важен контроль использования средств индивидуальной защиты, а также контроль опасных зон подобно применяемым на стационарных предприятиях (рис. 3) [<https://www.mallenom.ru/products/eyecont/kontrol-zon>; <https://vizzorlabs.ru/otraslevye-resheniya/neftegaz/kontrol-opasnykh-zon>].

Процесс лесозаготовок имеет свои особенности, связанные с работой вне стационарных условий, на лесосеке, поэтому остро встает вопрос обеспечения безопасной работы при валке и трелевке деревьев. Разработан ряд решений [<https://eraglnss.ru/resheniya/spectehnika>], позволяющих осуществлять мониторинг спецтехники, контролировать ее поведение, отслеживание положения на карте, время ее работы, рабочие движения технологического оборудования, например, гидроманипулятора.



Рис.3. Пример контроля опасных зон
Fig.3. Example of hazardous area monitoring

Компания «ИНЛАЙН ГРУП» разрабатывает отечественную программную платформу дополненной реальности «ИКСАР» в комбинации с AR-очками промышленного исполнения, совместно с лесопромышленным холдингом Segezha Group уже были проведены совместные испытания на лесозаготовках в Вологодской области (рис. 4), где 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 [<https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641>].

Однако, на наш взгляд, лесозаготовительные машины необходимо оснащать системами видеобзора, дающими обзор на 360° (наподобие решений для автомобилей многих автопроизводителей) и программное обеспечение, анализирующее окружающую обстановку и контролирующее попадание людей в опасные зоны, как это выполнено для стационарных объектов. Особую актуальность данная задача приобретает в условиях работы на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению [Заикин и др., 2020], при этом должен осуществляться контроль уровня радиационного загрязнения.



Рис. 4. Испытания отечественной программной платформы дополненной реальности «ИКСАР» с AR-очками
[<https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641>]

Fig. 4. Testing of the domestic augmented reality software platform “IKSAR” with AR- glasses [<https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641>]

Заключение. Цифровизация всех областей жизни человека является одним из основных трендов, в том числе в области образования и обучения как в вузах, так и на предприятиях, а также производственной деятельности, в том числе предприятий лесного комплекса [Заикин и др., 2022]. Наиболее применяемыми в этой области технологиями, наряду с традиционным обучением, являются электронные курсы, дублирующие традиционное обучение и позволяющие быстро организовать проверку знаний большого количества человек. Использование мультимедийных технологий позволяет оживить процесс обучения, а применение симуляторов позволяет ускорить процесс обучения и приобретения необходимых практических навыков. Самым передовым в этой области направлением является применение технологий дополненной и виртуальной реальности, позволяющей сделать процесс обучения и проверки полученных навыков наиболее эффективным.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Абрамов А.Д., Задорин Г.П., Манаков А.Л., Маслов Н.А. Повышение эффективности подготовки кадров для ОАО «РЖД» // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2018. № 3(46). С. 25–32.

Адамович И.Ю., Сиваков В.В., Соломников А.А., Русских Т.Н. Особенности моделирования процесса тестирования обучающихся в нотации BPMN 2.0 на основе компетентностного подхода // Инновации в образовании. 2021. № 5. С. 91–98.

Григораиш О.В. Оценка качества образования студентов и эффективности деятельности преподавателей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 131. С. 1352–1366. DOI: 10.21515/1990-4665-131-111.

Заикин А.Н., Сиваков В.В., Булхов Н.А., Коньшакова С.А., Кузнецов С.Г. Применение комплексов лесозаготовительных машин в условиях Республики Башкортостан // ИВУЗ. Лесной журнал. 2022. № 3(387). С. 139–152. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-3-139-152.

Заикин А.Н., Сиваков В.В., Зеликов В.А. [и др.]. Программное обеспечение для управления лесохозяйственным и лесозаготовительным процессами: оценка применимости // Лесотехнический журнал. 2022. Т.12, № 1(45). С. 96–109. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.1/8.

Заикин А.Н., Сиваков В.В., Новикова Т.П., Зеликов В.А., Стасюк В.В., Чуйков А.С. Программное обеспечение для управления системой технического обслуживания и ремонта лесных машин: оценка применимости // Лесотехнический журнал. 2023. Т.13. № 2 (50). С.105–127. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.2/6.

Заикин А.Н., Торопов А.С., Меркелов В.М., Сиваков В.В. Повышение эффективности работы машин и оборудования при заготовке древесины в лесах с радиоактивным загрязнением // ИВУЗ. Лесной журнал. 2020. № 1(373). С. 113–127. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-113-127.

Лифищ Е.А. Система анализа интегрального мотивационного потенциала обучающихся в условиях информатизации образования // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. № 14(117). С. 85–89.

Малофеев М.В., Чермянин П.И., Кошелев М.Б. [и др.]. Инновационные цифровые технологии в области промышленной безопасности охраны труда и окружающей среды // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 5(90). С. 82–85. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-5-82-85

Мохирев А.П., Горяева Е.В., Егармин П.А. Использование симулятора технологической машины как инновационный подход при подготовке инженера // Инновации в образовании. 2014. № 5. С.162–170.

Осипова В.А. Повышение эффективности обучения операторов технологических процессов на базе компьютерных тренажеров / В.А. Осипова, Г.Б. Даныкина // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 3(11). С. 106–114.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023664825 Российская Федерация. Программный комплекс – тренажер «Харвестер» : № 2023661927 : заявл. 09.06.2023; опубл. 10.07.2023 / А.Д. Шапов, А.А. Якунин, К.Б. Зубков [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Симметри оф ворк энд хелс сервис».

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023662676 Российская Федерация. Аппаратно-программный комплекс, Виртуальный тренажер (VR-тренажер) «Харвестер»: № 2023661927: заявл. 09.06.2023: опубл. 09.06.2023 / А.Д. Шапов, А.А. Якунин, К.Б. Зубков [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Симметри оф ворк энд хелс сервис».

Седельников Г.Е., Фомин А.И., Ермолаев А.М., Петров Е.А. Внедрение технологий цифрового обучения для повышения качества обучения работников охраны труда // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 1. С. 62–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-1-62-66

Сиваков В.В., Заикин А.Н. Опыт применения системы дистанционного обучения // Совершенствование методики преподавания в техническом вузе: сб. науч. тр. по матер. Всерос. науч.-метод. конф, Воронеж, 19 мая 2021 года / отв. ред. О.Р. Дорняк. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. С. 122–125. DOI: 10.34220/ITMTU2021_122-125.

Тугенгольд А.К., Волошин Р.Н., Юсупов А.Р., Круглова Т.Н. Техническое обслуживание технологических машин на базе цифровизации // Вестник Донского государственного технического университета. 2019. Т. 19, № 1. С. 74–80. DOI: 10.23947/1992-5980-2019-19-1-74-80

AlHasan, Ameer. The power of YouTube videos for surgical journals // Surgery. 2023. 174. 10.1016/j.surg.2023.05.042.

Capecchi Irene & Neri, Francesco & Borghini, Tommaso & Bernetti, Iacopo. Use of virtual reality technology in chainsaw operations, education and training. Forestry: An International // Journal of Forest Research. 2023. 10.1093/forestry/cpad007.

Cheng, Fan-Tien. Intelligent Factory Automation (iFA) System Platform. 2021. 10.1002/9781119739920.ch6.

Chiu, Yu-Chen & Cheng, Fan-Tien & Huang, Hsien-Cheng. Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0 // Journal of the Chinese Institute of Engineers. 2017. No. 1–10. 10.1080/02533839.2017.1362357

Clara, Santa & Moodle, Utilizando & Machado, Nictadys & La, Maidelan & Rodriguez, Torre & Albolaes, Maribel & Romero Borges, Ramón & Rodríguez, Rokselys & Pérez, Gastón & Médicas, Ciencias & Cuba. Sistema de capacitación para el diseño de cursos virtuales utilizando Moodle 3.0 // Training system for the design of virtual courses using Moodle 3.0. 2019. No. 11. P. 191–203.

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

Ferreira, María & Salguero-Caparrós, Francisco & Carrillo-Castrillo, Jesús & Romero, Juan. Assessment of Chainsaw Operators Training in Andalusia (Spain) // Croatian journal of forest engineering. 2022. 43. 10.5552/crojfe.2022.1204.

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. No. 12. P. 1315–1336. URL: <https://doi.org/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

Hägglström, Carola & Edlund, Björn. Knowledge Retention and Changes in Licensed Chainsaw Workers' risk awareness // *Small-scale Forestry*. 2022. 10.1007/s11842-022-09509-9.

Hamidah, Fitria & Prystiantanta, Nostalgianti. Lecturers' Perception in Using YouTube for Teaching ESP. Linguistic, English Education and Art (LEEAA) Journal. 2023. 6. P. 353–359. 10.31539/leea.v6i2.5813.

Kaakkurivaara, Tomi & Borz, Stelian & Kaakkurivaara, Nopparat. Risk Factors and Occupational Safety Failures in Forest Work in the Southeast Asian Region // *Forests*. 2022. 13. 2034. 10.3390/f13122034.

Kolberg D., Zühlke D. Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. December 2015 // *IFAC-Papers On Line*. 2015. 48(3). P. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359

Kristiawan, Muhammad & Oka, I & Haenilah, Een & Wachidi, Wachidi & Ediansyah, Ediansyah & Aprianto, Iwan & Zulinto, Ahmad & Perrodin, David & Utama, Hendri. Youtube For Developing Technological Skill // *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*. 2023. 4. P. 868–982. 10.37385/jaets.v4i2.1539.

Olayode, Isaac & Tartibu, Lagouge & Okwu, Modestus. (2021). 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*. 10.1016/j.treng.2021.100095.

Robb, William & Zemánek, Tomáš & Kaakkurivaara, Nopparat. An Analysis of Chainsaw Operator Safety Between Asian and European Countries // *Croatian journal of forest engineering*. 2022. 43. 10.5552/crojfe.2022.1539.

Rukomoynikov K.P., Sergeeva T.V., Gilyazova T.A., Tsarev E.M., Anisimov P.N. Modeling operation of forest harvester in AnyLogic simulation system // *Forestry Bulletin*. 2023. 27. P. 69–80. 10.18698/2542-1468-2023-3-69-80.

Šporčić Mario & Landekić Matija & Šušnjar Marijan & Pandur Zdravko & Bačić Marin & Mijoč David. Deliberations of Forestry Workers on Current Challenges and Future Perspectives on Their Profession – A Case Study from Bosnia and Herzegovina // *Forests*. 2023. 14. 817. DOI: 10.3390/f14040817.

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. URL: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-410-417>

Tomaš S., Tomasović J., Kuščević D. Applying the MOODLE system in teaching contemporary art // *Informatologia*. 2021. Vol. 53, no. 3. P. 202–212.

References

Abramov A.D., Zadorin G.P., Manakov A.L., Maslov N.A. Improving the effectiveness of training for jsc russian railways. *The Siberian Transport University Bulletin*, 2018, no. 3(46), pp. 25–32. (In Russ.)

Adamovich I.Yu., Sivakov V.V., Solomnikov A.A., Russkih T.N. Peculiarities of modelling process in testing students taught in notation bpmn 2.0 on the bases of the competence approach. *Innovation in Education*. 2021, no. 5, pp. 91–98. (In Russ.)

AlHasan, Ameer. The power of YouTube videos for surgical journals. *Surgery*, 2023, 174, 10.1016/j.surg.2023.05.042.

Capecchi, Irene & Neri, Francesco & Borghini, Tommaso & Bernetti, Iacopo. Use of virtual reality technology in chainsaw operations, education and training. *Forestry. An International Journal of Forest Research*, 2023, 10.1093/forestry/cpad007.

Certificate of state registration of the computer program No. 2023664825 Russian Federation. Harvester simulator software package : No. 2023661927 : application 09.06.2023 : publ. 10.07.2023 / A.D. Shchapov, A.A. Yakunin, K.B. Zubkov et al. (In Russ.)

Certificate of state registration of the computer program No. 2023662676 Russian Federation. Hardware and software complex, Virtual simulator (VR simulator) «Harvester» : No. 2023661927 : application 09.06.2023 : publ. 09.06.2023 / A.D. Shchapov, A.A. Yakunin, K.B. Zubkov et al. (In Russ.)

Cheng, Fan-Tien. Intelligent Factory Automation (iFA) System Platform, 2021, 10.1002/9781119739920.ch6.

Chiu, Yu-Chen & Cheng, Fan-Tien & Huang, Hsien-Cheng. Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 2017, no. 1–10, 10.1080/02533839.2017.1362357

Clara, Santa & Moodle, Utilizando & Machado, Nictadys & La, Maidelan & Rodriguez, Torre & Albolaes, Maribel & Romero Borges, Ramón & Rodriguez, Rokselys & Pérez, Gastón & Médicas, Ciencias & Cuba. Sistema de capacitación para el diseño de cursos virtuales utilizando Moodle 3.0. *Training system for the design of virtual courses using Moodle 3.0*, 2019, no. 11, pp. 191–203.

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

Ferreira, María & Salguero-Caparrós, Francisco & Carrillo-Castrillo, Jesús & Romero, Juan. Assessment of Chainsaw Operators Training in Andalusia (Spain). *Croatian journal of forest engineering*, 2022, 43, 10.5552/crojfe.2022.1204.

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, no. 12, pp. 1315–1336. URL: <https://doi.org/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), pp. 1332–1343. DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148

Grigorash O.V. Evaluation of the quality of education of students and effectiveness of teachers. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 2017, no. 131, pp. 1352–1366. DOI: 10.21515/1990-4665-131-111. (In Russ.)

Häggström, Carola & Edlund, Björn. Knowledge Retention and Changes in Licensed Chainsaw Workers' risk awareness. *Small-scale Forestry*, 2022, 10.1007/s11842-022-09509-9.

Hamidah, Fitria & Prystiantanta, Nostalgianti. Lecturers' Perception in Using YouTube for Teaching ESP. *Linguistic, English Education and Art (LEE) Journal*, 2023, 6, pp. 353–359. 10.31539/leea.v6i2.5813.

Kaakkurivaara, Tomi & Borz, Stelian & Kaakkurivaara, Nopparat. Risk Factors and Occupational Safety Failures in Forest Work in the Southeast Asian Region. *Forests*, 2022, 13, 2034. 10.3390/f13122034.

Kolberg D., Zühlke D. Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. December 2015. *IFAC-Papers On Line*, 2015, 48(3), pp. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359

Kristiawan, Muhammad & Oka, I & Haenilah, Een & Wachidi, Wachidi & Ediansyah, Ediansyah & Aprianto, Iwan & Zulinto, Ahmad & Perrodin, David & Utama, Hendri. Youtube For Developing Technological Skill. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 2023, 4, pp. 868–982. 10.37385/jaets.v4i2.1539.

Lifshits E.A. System of the analysis of trainee's integrated motivational potential in the conditions of education information. *Izvestia VSTU*, 2013, no. 14(117), pp. 85–89. (In Russ.)

Malofeev M.V., Khabibullin A.F., Chermynanin P.I., Koshelev M.B., Tsirenova N.A. Innovative digital technologies in HSE. *Exposition Oil Gas*, 2022, iss. 5, pp. 82–85. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-5-82-85. (In Russ.)

Mokhirev A.P., Gorjaeva E.V., Egarmin P.A. Using a simulation of the technological machine as an innovative approach in the preparation of engineer. *Innovation in Education*, 2014, no. 5, pp. 162–170. (In Russ.)

Olayode, Isaac & Tartibu, Lagouge & Okwu Modestus. 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, 10.1016/j.treng.2021.100095.

Osipova V.A., Danykina G.B. Increase of computer simulators-based training effectiveness for technological processes operators. *Systems. Methods. Technologies*, 2011, no. 3(11), pp. 106–114. (In Russ.)

Robb, William & Zemánek, Tomáš & Kaakkurivaara, Nopparat. An Analysis of Chainsaw Operator Safety Between Asian and European Countries. *Croatian journal of forest engineering*, 2022, 43, 10.5552/crojfe.2022.1539.

Rukomoynikov K.P., Sergeeva T.V., Gilyazova T.A., Tsarev E.M., Anisimov P.N. Modeling operation of forest harvester in AnyLogic simulation system. *Forestry Bulletin*, 2023, 27, pp. 69–80. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-69-80.

Sedelnikov G.E., Fomin A.I., Ermolaev A.M. Introduction of Digital Training Technologies to Improve the Quality of Employees Training in Occupational Safety. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti*, 2019, no. 1, pp. 62–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-1-62-66. (In Russ.)

Sivakov V.V., Zaikin A.N. Moodle experience in using the moodle distance learning system. *Improving teaching methods at a technical university: A collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference, Voronezh, May 19, 2021 / Editor-in-chief O.R. Dornyak. Voronezh: Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov*, 2021, pp. 122–125. DOI: 10.34220/ITMTU2021_122-125. (In Russ.)

Šporčić Mario & Landekić Matija & Šušnjar Marijan & Pandur Zdravko & Bačić Marin & Mijoč David. Deliberations of Forestry Workers on Current Challenges and Future Perspectives on Their Profession—A Case Study from Bosnia and Herzegovina. *Forests*, 2023, 14, 817. DOI: 10.3390/f14040817.

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), pp. 410–417. URL: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-410-417> (In Russ.)

Tomaš S., Tomasović J., Kuščević D. Applying the MOODLE system in teaching contemporary art. *Informatologia*, 2021, vol. 53, no. 3, pp. 202–212.

Tugengold A.K., Voloshin R.N., Yusupov A.R., Kruglova T.N. production machines maintenance based on digitalization. *Vestnik of DSTU*, 2019, vol.19, no.1, pp. 74–80. DOI: 10.23947/1992-5980-2019-19-1-74-80. (In Russ.)

Zaikin A.N., Sivakov V.V., Bulkhov N.A., Konshakova S.A., Kuznetsov S.G. The Use of Logging Machinery Sets in the Republic of Bashkortostan. *IVUZ. Lesnoy Zhurnal*, 2022, no. 3, pp. 139–152. URL: <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-3-139-152> (In Russ.)

Zaikin A.N., Sivakov V.V., Novikova T.P., Zelikov V.A., Stasyuk V.V., Chuikov A.S. Software for managing the system of maintenance and repair of forest machines: assessment of applicability. *Lesotekhnicheskii zhurnal [Forestry Engineering journal]*, 2023, vol. 13, no. 2 (50), pp. 105–127. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.2/6. (In Russ.)

Zaikin A.N., Sivakov V.V., Zelikov V.A., Stasyuk V.V., Chuikov A.S., Zelikova N.V. Software for management of forestry and logging processes: assessment of applicability. *Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering journal]*, 2022, vol. 12, no. 1 (45), pp. 96–109. DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.1/8>. (In Russ.)

Zaikin A.N., Toropov A.S., Merkelov B.M., Sivakov V.V. Operating Efficiency Improvement of Machinery and Equipment while Logging in Forests with Radioactive Contamination. *IVUZ. Lesnoy Zhurnal*, 2020, no. 1, pp. 113–127. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-113-127. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 25.09.2023

Сиваков В.В., Заикин А.Н. Повышение эффективности обучения сотрудников предприятий лесного комплекса в условиях цифровизации // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 248. С. 243–256. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.248.243-256

Повышение эффективности обучения студентов высших и средних специальных учебных заведений, персонала предприятий, в том числе безопасным приемам работы, в настоящее время является актуальной задачей, так как эффективность традиционных методов обучения достаточно низкая. Цель работы – проанализировать направления использования современных цифровых технологий в области обучения специалистов лесного комплекса. Использование мультимедийных технологий, электронных курсов, видеоконтента позволяет оживить процесс обучения, а применение различных симуляторов и тренажеров, технологий дополненной и виртуальной реальности позволяет значительно повысить интерес к обучению и закрепить полученные знания и умения.

Ключевые слова: цифровизация, информационные технологии, обучение, лесной комплекс, виртуальная реальность программное обеспечение

Sivakov V.V., Zaikin A.N. Increasing the effectiveness of training employees of forestry enterprises in the conditions of digitization. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2024, iss. 248, pp. 243–256 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.248.243-256

Increasing the efficiency of training for students of higher and secondary specialized educational institutions, enterprise personnel, including safe work practices, is currently an urgent task, since the effectiveness of traditional teaching methods is quite low. The purpose of the work is to analyze the directions of use of modern digital technologies in the field of training specialists in the forestry complex. The use of multimedia technologies and electronic courses makes it possible to revive the learning process, and the use of various simulators and augmented and virtual reality technologies can significantly increase interest in learning.

Key words: digitalization, information technology, training, forestry complex, virtual reality, software.

СИВАКОВ Владимир Викторович – доцент кафедры транспортно-технологических машин и сервиса Брянского государственного инженерно-технологического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 1350-3778. ORCID: 0000-0002-0175-9030. ResearcherID: R-7264-2019.

241037, пр. Станке Димитрова, д. 3, г. Брянск, Россия. E-mail: sv@bgitu.ru

SIVAKOV Vladimir V. – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Service, Bryansk State Engineering and Technology University. SPIN-code: 1350-3778. ORCID: 0000-0002-0175-9030. ResearcherID: R-7264-2019.

241037, Stanke Dimitrova av. 3, Bryansk, Russia. E-mail: sv@bgitu.ru

ЗАЙКИН Анатолий Николаевич – профессор кафедры транспортно-технологических машин и сервиса Брянского государственного инженерно-технологического университета, доктор технических наук. SPIN-код: 2009-4260. ORCID: 0000-0002-1831-6893.

241037, пр. Станке Димитрова, д. 3, г. Брянск, Россия. E-mail: zaikin.anatolij@yandex.ru

ZAIKIN Anatoly N. – DSc (Technical), Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Service, Bryansk State Engineering and Technology University. SPIN-code: 2009-4260. ORCID: 0000-0002-1831-6893.

241037, Stanke Dimitrova av. 3, Bryansk, Russia. E-mail: zaikin.anatolij@yandex.ru