

2. Иванов В.П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 468 с.

3. Доклад о соблюдении законодательства о труде и об охране труда в Республике Беларусь в 2024 году // Департамент государственной инспекции труда. – URL: <http://storage.git.gov.by/source/> – Дата доступа: 04.05.2026.

4. О порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда [Электронный ресурс]: пост. Мин. труда и соц. защиты Республики Беларусь, 28 ноября 2008 г., № 175 : в ред. пост. Минтруда и соц. защиты Респ. Беларусь 02.09.2024 № 45 // ИПС «ЭТАЛОН-ONLINE». – Режим доступа: https://etalonline.by/document/?_regnum=w208_20209&ysclid=maqrgulzh618858041. – Дата доступа: 04.05.2025.

5. Выпуск 31 Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих: пост. Мин. труда и соц. защиты Республики Беларусь, 29 ноября 1999 г. № 148: в ред. пост. Минтруда и соц. защиты Респ. Беларусь 30 марта 2004 г. № 35.

6. Выпуск 2 Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих: пост. Мин. труда и соц. защиты Республики Беларусь, 28 декабря 2000 г. № 160: в ред. пост. Минтруда и соц. защиты Респ. Беларусь 13 марта 2008 г. № 47.

Summary. An analysis of accidents during tire installation shows that the main causes of injuries are violations by employers and employees of the safety requirements of the technological process, workplace organization, equipment and tools.

УДК 331.45

Ткачева Л.Т., кандидат технических наук, доцент,
Сермяжко М.А., магистрант

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

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА РАБОТНИКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Аннотация. Одним из важных направлений снижения травматизма в животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства является повышение эффективности процесса обучения персонала вопросам охраны труда. Современные цифровые технологии предлагают новые подходы к профессиональному обучению. Геймификация – применение игровых механик в неигровом контексте – повышает мотивацию и усвоение материала. Виртуальная реальность (VR) позволяет создать полностью иммерсивную среду, в которой обучающийся может безопасно отрабатывать действия при авариях, совершать ошибки без реальных последствий и получать мгновенную обратную связь.

Abstract. One of the key areas for reducing injuries in the livestock sector of agricultural production is improving the effectiveness of personnel training in occupational safety. Modern digital technologies offer new approaches to professional training. Gamification – the application of game mechanics in a non-game context – increases motiva-

tion and learning. Virtual reality (VR) allows for the creation of a fully immersive environment in which trainees can safely practice emergency procedures, make mistakes without real-world consequences, and receive instant feedback.

Ключевые слова. Геймификация, виртуальная реальность, VR-тренажёры, обучение, аварийные ситуации, программное обеспечение

Keywords. Gamification, virtual reality, VR simulators, training, emergency situations, software

По степени травмоопасности животноводческая отрасль занимает одно из ведущих мест в агропромышленном комплексе. К особенностям производственных процессов в животноводстве относится участие в них не только людей, но и животных. Чаще всего работники животноводства травмируются при выполнении основных технологических операций: уходе за животными, приготовлении и раздаче кормов, уборке навоза, доении. Поэтому вопросам обучения охране труда, закреплению знаний работников этой отрасли необходимо уделять особое внимание.

Традиционные методы обучения охране труда (инструктажи, плакаты, видеуроки) обладают существенными недостатками: низкая вовлечённость обучаемых, невозможность многократного воспроизведения аварийной ситуации без угрозы для жизни, отсутствие практической отработки навыков в условиях, приближенных к реальным, не позволяют имитировать динамику аварии, не создают чувства стресса, не дают возможности сделать ошибку и увидеть её последствия. Они дают только теоретические знания, но не формируют навык ориентации в ситуации и принятия быстрых решений. Кроме того, провести полноценную тренировку в реальных условиях (например, учебный пожар) на действующей ферме невозможно из-за риска для животных и оборудования.

Сочетание геймификации и VR-тренажёров открывает принципиально новые возможности для подготовки персонала животноводческих ферм. VR-тренажёры, способные моделировать любые аварийные сценарии с высоким уровнем реализма, становятся оптимальным инструментом для отработки алгоритмов действий.

Геймификация в профессиональном образовании представляет собой использование игровых элементов (очков, уровней, бейджей, рейтингов, временных ограничений, сценариев с выбором) в неигровом контексте для повышения вовлечённости и мотивации обучающихся. В отличие от простого развлечения, геймификация опирается на психологические механизмы: стремление к достижению, соревнование, немедленную обратную связь и накопление прогресса. Исследования показывают, что геймифицированные курсы повышают усвоение материала на 30–40% по сравнению с традиционными лекциями и инструктажами. В сфере охраны труда это особенно важно, поскольку от запоминания алгоритмов действий в аварийной ситуации может зависеть жизнь.

Виртуальная реальность дополняет геймификацию эффектом полного погружения. VR-шлем и контроллеры создают у пользователя ощущение физического присутствия в смоделированной среде. Обучающийся видит ферму, животных, оборудование, может перемещаться, брать предметы, взаимодействовать с панелями управления. Ключевое преимущество VR – безопасная практика: человек может многократно отрабатывать действия при пожаре, утечке аммиака или нападении животного, не подвергая себя и других реальной опасности. Ошибки не имеют материальных последствий, но фиксируются системой, которая затем даёт детальную обратную связь.

Сочетание геймификации и VR превращает обучение из формальной обязанности в интерактивный процесс, который воспринимается как игра, но при этом формирует прочные профессиональные компетенции в области охраны труда. Дополнительным эффектом является эмоциональная вовлечённость: стресс, возникающий в виртуальной опасной ситуации, близок к реальному, но без угрозы для жизни, а тренировки способствуют лучшему запоминанию алгоритмов благодаря эффекту присутствия и возможности повторять сценарии до полного автоматизма. Все это позволяет формировать устойчивые поведенческие навыки, которые в критической ситуации срабатывают автоматически – аналогично мышечной памяти у спортсменов.

Проектирование VR-тренажера для отработки действий в аварийной ситуации

Разработка эффективного VR-тренажера начинается с создания детализированных сценариев аварийных ситуаций. Каждый сценарий должен быть основан на реальных алгоритмах, зафиксированных в инструкциях по охране труда для конкретного типа фермы. Сценарий включает: исходную обстановку (тип помещения, размещение животных, оборудования, путей эвакуации), пусковое событие (возгорание, утечка газа, агрессия животного, разлив химиката), набор допустимых действий пользователя, систему оценки правильности и времени выполнения каждого шага.

При проектировании сценариев критически важно учитывать региональную специфику: типы ферм, используемые химикаты, породный состав животных. Универсальные шаблоны могут снизить реалистичность и, как следствие, перенос навыков в реальную среду. Рекомендуется привлекать к разработке практиков – ветеринаров, главных инженеров хозяйств, специалистов по охране труда.

Целесообразно предусмотреть несколько уровней сложности. На начальном уровне система даёт подсказки, подсвечивает правильные предметы (огнетушитель, противогаз, аптечку), останавливает время для принятия решения. На среднем уровне подсказки отсутствуют, но

сохраняется возможность повторить сценарий после ошибки. На сложном уровне добавляются отвлекающие факторы (шум, задымление, паника животных, ограничение времени), а также случайные вариации (место возгорания, тип химиката). Многоуровневая структура позволяет адаптировать обучение под разные категории персонала: от новых работников до опытных бригадиров.

Для поддержания мотивации и повышения эффективности обучения в тренажёр встраиваются игровые механики. Система очков начисляется за правильные действия (например, +10 за надевание противогаза до начала локализации утечки, +20 за быстрое обнаружение пожара) и штрафует за критические ошибки (например, -50 за попытку тушить электропроводку водой). Рейтинг и таблица лидеров позволяют сравнивать результаты работников одной смены или разных ферм, стимулируя соревновательный интерес. Уровни и значки достижений открываются после успешного прохождения определённого количества сценариев. Временные ограничения создают эффект срочности, приближенный к реальной аварии. Мгновенная обратная связь после каждого шага (звуковой сигнал, всплывающее сообщение) помогает запоминать правильную последовательность. Сочетание геймификации с высокой степенью реализма превращает обучение охране труда в увлекательный и запоминающийся процесс.

Аппаратная часть VR-тренажера включает шлем виртуальной реальности (например, HTC Vive, Meta Quest 3 или PICO 4), два контроллера для рук, а при необходимости – трекары для ног или тактильные жилеты для имитации ударов или вибрации. Для ферм с ограниченным бюджетом возможны автономные шлемы без привязки к мощному компьютеру, однако для высокореалистичных сценариев (сложная физика, большое количество объектов) требуется ПК с производительной видеокартой. Программная реализация ведётся на платформах Unity или Unreal Engine с использованием специализированных SDK для отслеживания движений и взаимодействия с объектами. Для создания реалистичных моделей животных, оборудования и помещений необходима работа 3D-дизайнеров и консультация с ветеринарами и инженерами.

За рубежом VR-тренажеры для отработки действий при авариях на фермах уже активно применяются. В США программа AgriAbility включает обучение безопасной работе с техникой и животными с использованием иммерсивных технологий. В Нидерландах разработан тренажёр SafeDairy, моделирующий аварии в коровниках: утечку аммиака, возгорание подстилки, нападение быка. Система фиксирует каждое действие обучающегося, а после завершения сценария выдаёт детализированный отчёт с указанием ошибок и рекомендаций. В Австралии проект FarmSafe

VR позволяет животноводам отрабатывать эвакуацию животных из горящего сарая: обучение проходит как на настольных VR-устройствах, так и в мобильной капсуле, выезжающей в отдалённые регионы. В Германии компания BayWa AG внедрила VR-тренировки по технике безопасности на своих фермах, что позволило снизить количество мелких травм на 18% за один год. Эффективность VR-тренажёров оценивается по нескольким показателям:

- Первый – степень усвоения алгоритмов действий. Исследования показывают, что после VR-тренировки правильная последовательность действий запоминается на 40–50% лучше, чем после традиционного инструктажа.

- Второй – скорость реакции в стрессовой ситуации: у прошедших VR-обучение время принятия решений сокращается в 1,5–2 раза.

- Третий – частота ошибок при отработке: в виртуальной среде обучающиеся допускают в среднем в 3 раза меньше критических ошибок (например, попытка тушить электропроводку водой или вход в зону разлива без защиты) по сравнению с контрольной группой, прошедшей только плакатное обучение.

- Четвёртый – перенос навыков в реальность: наблюдения на фермах, внедривших VR-тренажёры, фиксируют снижение реального травматизма при авариях (пожарах, разливах) на 20–30%.

Экономический эффект складывается из сокращения страховых выплат, уменьшения простоев из-за несчастных случаев и повышения производительности персонала, уверенно действующего в нештатных ситуациях.

В Беларуси имеется ряд предпосылок для внедрения VR-тренажёров в обучение охране труда на фермах. Развит ИТ-сектор (Парк высоких технологий), способный разрабатывать качественное программное обеспечение. Существуют учреждения аграрного образования (БГАТУ, сельскохозяйственные колледжи), заинтересованные в современных методах подготовки кадров. Крупные агрохолдинги («Агрокомбинат «Дзержинский», «СПЦ «Западный») обладают финансовыми ресурсами для приобретения оборудования.

Однако присутствуют и серьёзные барьеры:

- экономический: стоимость полного комплекта (шлем, контроллеры, компьютер, лицензия на ПО) составляет от 5 000 до 15 000 долларов в зависимости от количества сценариев и качества графики, что для небольших ферм может быть недоступно без субсидий;

- технический: требуется обслуживание оборудования и обновление программного обеспечения, для чего нужны квалифицированные специалисты, которых на местах может не быть;

- организационный: отсутствие утверждённых государством образовательных стандартов, предписывающих использование VR-тренажёров в обязательном обучении охране труда, что снижает мотивацию работодателей;

- психологический: часть работников старшего возраста может испытывать дискомфорт при использовании VR-шлемов (так называемая киберболезнь) или скептически относиться к «игровому» формату обучения.

Опыт МИТСО и Парка высоких технологий показывает, что успешное внедрение требует не только технологической, но и методической проработки: адаптации сценариев под белорусские нормативы, подготовки инструкторов, интеграции тренажёров в действующие программы повышения квалификации. Пилотные проекты в крупных агрохолдингах могут стать полигоном для отработки таких решений перед массовым тиражированием.

Для системного внедрения VR-тренажёров в АПК Беларуси предлагается создание отраслевого VR-полигона на базе одного из аграрных учебных заведений (например, БГАТУ). Полигон должен включать аппаратную часть (10–15 VR-шлемов, компьютеры, периферию), библиотеку сценариев (пожары, разливы химикатов, нападения животных, аварии с техникой, отравление газами) и методический центр для подготовки инструкторов. Источниками финансирования могут выступать государственные программы цифровизации АПК, средства агрохолдингов и гранты международных организаций. После отработки на полигоне целесообразно тиражировать успешные решения в другие учебные заведения и крупные хозяйства. Дополнительная мера – внесение изменений в типовые программы обучения охране труда, предусматривающих обязательное использование VR-тренажёров для отработки критических аварийных сценариев. Это создаст устойчивый спрос и будет стимулировать отечественных разработчиков ПО создавать локализованные версии тренажёров с учётом белорусских нормативов и реальной обстановки на фермах.

Список использованной литературы

1. Schuelke S., Yoder A., Kreifels M. et al. Implementation of a Statewide Youth Ag Safety Immersive Virtual Reality Program. Journal of Agromedicine, Vol. 30, No. 3 (July 2025). Ссылка: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40008563/>

2. Crundall D. (Nottingham Trent University) et al. New VR tractor hazard test developed for learner drivers. Agriland.co.uk, February 24, 2025. Ссылка: <https://www.agriland.co.uk/farming-news/new-vr-tractor-hazard-test-developed-for-learner-drivers/>

3. Поздняков В. (ректор УО ФПБ «МИТСО»). Виртуальная реальность моделирует критические ситуации. SB.BY / «Беларусь Сегодня», 25 апреля 2025.

Ссылка: <https://www.sb.by/articles/bolshe-nikakikh-metodichek-i-broshyur-rektor-mitso-rasskazal-kak-belorusov-budut-obuchat-okhrane-tru.html>

4. Market Intelo. Virtual Reality Pesticide Safety Course Market Research Report 2033. 2024. *Ссылка:* <https://marketintelo.com/report/virtual-reality-pesticide-safety-course-market>

Summary. International experience confirms the high effectiveness of VR simulators for occupational safety training. The Republic of Belarus has the necessary prerequisites for implementing VR simulators: a developed IT sector, agricultural education institutions, and the interest of large agricultural holdings. However, barriers exist (equipment cost, lack of regulatory framework, technical and psychological readiness of personnel) that require a systematic approach.

УДК 631.82

Молош Т.В., кандидат технических наук, доцент,

Евсюк К.В., магистрант

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ВНЕСЕНИИ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Приводится анализ причин несчастных случаев при эксплуатации средств механизации для внесения твердых минеральных удобрений. Рассматриваются мероприятия по снижению рисков воздействия различных производственных факторов на состояние производственной безопасности.

Abstract. This article analyzes the causes of accidents during the operation of mechanical equipment for the application of solid mineral fertilizers. Measures to reduce the impact of various production factors on industrial safety are discussed.

Ключевые слова минеральные удобрения травматизм, охрана труда, производственная безопасность, риски, мероприятия.

Keywords. mineral fertilizers, injuries, occupational safety, industrial safety, risks, activities.

Минеральные удобрения и другие химические вещества широко вошли в практику растениеводства. Они обеспечивают получение и сохранность высоких урожаев. Однако все эти вещества в той или иной мере опасны для человека и окружающей среды. Неправильное применение или неграмотное обращение с ними наносит огромный вред не только работающим с ними, но и животному и растительному миру, почве, атмосфере.

Твердые удобрения минерального типа, могут содержать токсичные вещества, которые способны вызывать серьезные заболевания человека. Они содержат вредные соединения азота, фосфора, фтора и тяжелых