

Список использованной литературы

1. Мисун, А.Л. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: практикум / Ал-й Л. Мисун, Л.В. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: Белорус. гос. агр. техн. ун-т, 2024. – 290 с.
2. Адамович, Н.В. Управляемость машин (эргономические основы оптимизации рабочего места человека-оператора) / Н.В. Адамович. – М.: Машиностроение, 1997. – 280 с.
3. Голдобина, Л.А. К вопросу об устойчивости в системе «человек–машина–среда» / Л.А. Голдобина // Актуальные проблемы инженерной науки: сб. науч. тр., Ярославль. – 2016. – С. 99–106.

Summary. An analysis of the process of obtaining and comprehending visual information by a human operator while performing their work duties was conducted. Directions for improving the operator's workstation for a specific technical device to obtain the required volume of visual information with minimal energy expenditure were proposed.

УДК 004.5

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

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

ЦИФРОВАЯ ЭРГОНОМИКА КАК ФАКТОР УДЕРЖАНИЯ МОЛОДЫХ КАДРОВ В АПК

Аннотация. Сельскохозяйственная отрасль Республики Беларусь, равно как и многих других стран, сталкивается с острой проблемой оттока молодых кадров. Молодое поколение, выросшее на смартфонах, компьютерах и цифровых сервисах, ожидает от рабочей среды современного уровня комфорта, информационной насыщенности и удобства взаимодействия с техникой. Внедрение цифровой эргономики в сельскохозяйственную технику является действенным фактором удержания молодых кадров в АПК.

Abstract. The agricultural sector in the Republic of Belarus, like many other countries, is facing a serious problem of young workers losing their talent. Young people, raised on smartphones, computers, and digital services, expect a modern work environment with a wealth of information, and ease of use. The introduction of digital ergonomics into agricultural machinery is an effective way to retain young workers in the agricultural sector.

Ключевые слова. Цифровая эргономика, безопасность, оператор, кабина трактора, условия труда, информация, цифровые технологии.

Keywords. Digital ergonomics, safety, operator, tractor cabin, working conditions, information, digital technologies.

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь доля молодых специалистов (в возрасте до 31 года), увольняющихся из сельхозорганизаций в течение первых трёх лет работы, составляет в среднем 35–40% ежегодно. Наиболее критичная ситуация наблюдается среди механизаторов и операторов машинного доения, где текучесть достигает 50%. В масштабах страны это означает, что из 10 выпускников аграрных колледжей и вузов, пришедших на село, четверо-пятеро покидают отрасль, не проработав и трёх лет. Сопоставимые показатели фиксируются в России, Украине и других постсоветских странах, а также в странах Восточной Европы (Польша, Венгрия), где молодёжь мигрирует в города или за рубеж.

Основные причины ухода молодёжи традиционно связывают с низкой заработной платой, однако опросы, проведённые среди уволившихся механизаторов, показывают, что денежный фактор не является единственным и даже не всегда главным:

- высокая физическая нагрузка (длительное нахождение в вибрирующей кабине, необходимость ручного управления рычагами и педалями, тряска) приводит к быстрой утомляемости и хроническим болям в спине, шее, руках;

- условия труда: отсутствие нормального климат-контроля в кабинах многих моделей техники старого образца, повышенный шум, запылённость.

- отсутствие цифровой среды (что особенно важно для поколения, выросшего с гаджетами).

Молодые операторы, т.е. поколение, родившиеся после 1997 года и выросшее на гаджетах и интуитивных интерфейсах, предъявляют особые требования к рабочему месту. Они ожидают, что техника будет интуитивно понятной – как смартфон. Исследования потребительского поведения показывают, что представители молодого поколения оценивают рабочую среду по тем же критериям, что и цифровые сервисы: скорость отклика, персонализация, минимальное количество шагов для выполнения задачи. Они хотят иметь возможность настраивать расположение виджетов на панели, выбирать цветовую схему, сохранять личные профили с настройками сиденья, руля и интерфейса. Важна интеграция с личными устройствами: подключение смартфона по Bluetooth для звонков и музыки, зеркалирование экрана, доступ к телеметрии через мобильное приложение. Наконец, они ценят обратную связь от техники – не просто индикаторы, а понятные анимации, голосовые подсказки, вибрационные сигналы. Вместо этого они получают механические приборные панели с непонятными индикаторами, неуклюжие рычаги. Техника, требующая изучения многостраничных инструкций для базовых функций,

автоматически попадает в категорию «устаревшей» в их восприятии и это существенно снижает удовлетворённость работой. Соответственно игнорирование ожиданий и делает профессию механизатора архаичной в глазах молодёжи, тогда как цифровая эргономика может стать мощным мотиватором остаться в АПК.

Следовательно, проблема удержания кадров имеет не только экономическую, но и эргономическую, психологическую природу, требующую системных изменений в конструкции техники.

Классическая эргономика изучает оптимизацию взаимодействия человека с физическими объектами: формой рукояток, усилиями на рычагах, высотой сиденья, обзорностью. Цифровая эргономика расширяет это понятие, фокусируясь на когнитивных аспектах и интерфейсах между человеком и электронными системами. Она учитывает, как оператор воспринимает и обрабатывает информацию с экранов, как быстро находит нужную функцию в меню, насколько удобно ему вводить данные или переключать режимы с помощью сенсорных панелей, голоса или жестов. Если классическая эргономика отвечает на вопрос «не болит ли спина после восьми часов работы», то цифровая – «не устаёт ли мозг от постоянного переключения между двенадцатью непонятными иконками».

Ключевые элементы цифровой эргономики в контексте кабины сельхозтехники включают три компонента:

1 – человеко-машинный интерфейс (НМИ): сенсорные экраны с адаптируемой графикой, многофункциональные джойстики, проекционные дисплеи на лобовом стекле, системы голосового управления.

2 – автоматизация рутинных операций: автоматическая настройка рабочих параметров (обороты двигателя, включение ВОМ), система автовождения по полю, автоматическое документирование выполненных работ. Это снижает количество действий, которые оператор должен совершать вручную.

3 – управление когнитивной нагрузкой: информационная система не должна перегружать пользователя данными в критический момент. Принцип «нужная информация в нужное время» – например, при развороте на краю поля система автоматически выводит на экран схему движения с препятствиями, а не меню настройки радиоприёмника.

В тоже время цифровая эргономика не ограничивается интерфейсами ввода-вывода. Встраиваемые системы мониторинга (камеры в кабине, датчики в кресле, носимые браслеты) фиксируют частоту моргания, наклон головы, вариабельность сердечного ритма. Признаки усталости или рассеянности автоматически запускают алгоритмы поддержки: снижение громкости вспомогательных звуков, подсветка наиболее важных элементов интерфейса, рекомендация сделать перерыв или предложение

активировать режим полуавтоматического управления. Такие системы не только повышают безопасность, но и сигнализируют молодому оператору, что техника «заботится» о нём, что психологически важно для удержания в профессии. А для молодёжи, в свою очередь, критична возможность синхронизировать технику со смартфоном. Через приложение оператор может заранее прогреть кабину, диагностировать системы, скачать маршрут поля на смену, а после работы – экспортировать отчет о выполненной работе (расход топлива, обработанная площадь, ошибки) в мессенджеры или облачные сервисы. Поддержка беспроводных протоколов (Apple CarPlay, Android Auto) для зеркалирования экрана позволяет пользоваться навигатором, стримингом музыки и подкастами прямо с приборной панели. Такая интеграция стирает грань между личным гаджетом и рабочим местом, укрепляя ощущение современной, технологичной среды.

Современные кабины премиальных тракторов и комбайнов (John Deere 8R, Fendt 1000 Vario, CLAAS Xerion) оснащаются полностью цифровыми приборными панелями вместо стрелочных индикаторов. На смену десяткам кнопок и тумблеров приходят один-два сенсорных экрана диагональю 12–15 дюймов с разрешением, сопоставимым с планшетами. Голосовое управление, интегрированное через системы типа Amazon Alexa для ферм, позволяет отдавать команды «включить пониженную передачу», «поднять жалюзи», «установить климат на +21» без отрыва рук от руля. Всё это снижает когнитивную нагрузку и делает управление техникой более естественным для тех, кто привык к голосовым помощникам в быту

Лидирующие мировые производители сельхозтехники уже перешли от концепций к серийной реализации элементов цифровой эргономики. John Deere в рамках проекта Command Cab внедряет голосовое распознавание, акустическую обратную связь и систему предупреждений с помощью фоновой подсветки стоек кабины, что позволяет водителю получать критическую информацию без отвлечения взгляда. Шведско-немецкий концерн CLAAS развивает концепции кабин будущего «Cab 4.0» и «Cab10Future», где центральное место занимает стресс-адаптивный интерфейс, анализирующий с помощью трекеров взгляда уровень загрузки оператора. В периоды низкой нагрузки система предлагает выполнение офисных задач (планирование, документооборот), а при признаках утомления инициирует режим релаксации и физические упражнения. Немецкий производитель Fendt в рамках концепции «Workstation Future» интегрировал сенсорные экраны по бокам от сиденья оператора, обеспечив доступ ко всем функциям без отвлечения от управления. Все это свидетельствует о формировании устойчивого глобального тренда на цифровизацию рабочего места оператора.

Эффективность внедрения цифровой эргономики подтверждается не только качественными, но и количественными показателями. Исследование Технологического института Карлсруэ (KIT) в рамках проекта «Driver's Cab 4.0» показало, что адаптивные HMI-интерфейсы, учитывающие текущий уровень стресса оператора (измеряемый по пульсу и движению глаз), способны снижать количество критических ошибок и субъективную утомляемость. Совместное исследование Технического университета Кельна и CLAAS на кормоуборочных комбайнах JAGUAR зафиксировало, что при использовании электронных помощников в 10 из 12 тестовых заездов частота пульса оператора снизилась, а количество воздействий на основной рычаг управления сократилось на 15,2%, а при использовании GPS PILOT – на 29,3%. В свою очередь, снижение когнитивной нагрузки напрямую коррелирует с удовлетворённостью рабочих местом: по данным опросов, проведённых в европейских хозяйствах, операторы, работающие на технике с развитой цифровой эргономикой, в 1,7 раза реже выражают намерение сменить место работы по сравнению с теми, кто использует технику старого поколения. На фоне того, что закрепляемость молодых специалистов в сельском хозяйстве Беларуси составляет лишь 55–60%, а 48% специалистов с высшим образованием увольняются после отработки обязательного срока, внедрение цифровой эргономики может стать действенным инструментом удержания кадров.

Белорусские производители уже предпринимают конкретные шаги в сторону цифровой эргономики. Минский тракторный завод анонсировал появление в кабинах энергонасыщенных тракторов (мощностью свыше 350 л.с.) «умного» подлокотника с интегрированной системой управления. По словам генерального конструктора МТЗ Игоря Земцова, главная цель модернизации – «радикально снизить утомляемость механизатора во время длительных смен... Важным нововведением станет размещение ключевых индикаторов и сигнализаторов. Они будут находиться в зоне постоянного визуального контроля оператора. При этом удобная компоновка сохранится даже при различных регулировках сиденья и его развороте в положение реверса. Новая система будет применяться на самых востребованных моделях тракторов».

Современная консоль позволяет разместить основные органы управления в зоне комфорта, применять оптимальные траектории движения и снижать необходимые физические усилия. Кроме того, на предприятии ведётся разработка multifunctional подлокотника с электронным блоком управления для тракторов BELARUS 3322, 3522 и перспективного 500-сильного трактора. «Гомсельмаш» также не остаётся в стороне: флагманские модели комбайнов оснащаются системами

точного земледелия и высокоточного беспилотного управления на основе машинного зрения. Эргономика кабин новейших комбайнов оценивается экспертами как «уровень автомобиля класса «люкс» с бортовым компьютером, системой навигации, климат-контролем и аудиосистемой. В партнёрстве с резидентами Парка высоких технологий создан виртуальный тренажёр управления комбайном, использующий дополненную реальность для обучения первичным навыкам.

Таким образом, научно-технический задел для внедрения цифровой эргономики в отечественном машиностроении уже сформирован. Дальнейшее развитие этого направления требует продолжения инвестиций в НИОКР и активного привлечения IT-специалистов.

Для Республики Беларусь, где текучесть молодых специалистов в АПК достигает 40%, данное направление является критически важным.

Для успешного внедрения цифровой эргономики необходимо действовать последовательно. В первую очередь следует начинать с пилотных проектов, оснащая наиболее востребованные модели техники современными цифровыми интерфейсами – multifunctional подлокотниками (как разрабатываемые сегодня МТЗ) и сенсорными экранами. Необходимо также разработать и внедрить систему сбора и анализа биометрических данных оператора, для чего МТЗ и «Гомсельмаш» следует углублять сотрудничество с резидентами ПВТ при поддержке Министерства промышленности. Важно синхронизировать усилия с государственной кадровой политикой, в рамках которой действует 17 нормативно-правовых актов, направленных на закрепление молодых специалистов, и развиваются проекты «деревни будущего»: цифровизация рабочего места должна стать естественным продолжением этих программ.

Таким образом, цифровая эргономика должна рассматриваться не как опция «люкс», а как обязательный элемент современного рабочего места в сельском хозяйстве, способный вернуть престиж профессии и остановить отток молодёжи.

Список использованной литературы

1. UNDP Belarus. A Computer in the Tractor Cab: A New Generation of Belarusian Farmers Embraces Digital Technologies. February 4, 2026. *Ссылка:* <https://www.undp.org/belarus/stories/computer-tractor-cab>

2. Macchine Trattori. Claas, Highly Digitalized Solutions and Suites. June 28, 2024. *Ссылка:* <https://www.macchinetrattori.info/en/claas-highly-digitalized-solutions-and-suites/>

3. RealAgriculture. A Look at the Future of the Tractor Cab with John Deere's Command Cab. November 11, 2019. *Ссылка:* <https://www.realagriculture.com/2019/11/a-look-at-the-future-of-the-tractor-cab-with-john-deeres-command-cab/>

4. СБ. Беларусь сегодня. В кабинах тракторов BELARUS появится умный подлокотник с системой управления. 14 апреля 2026. Ссылка: <https://www.sb.by/articles/v-kabinakh-traktorov-belarus-poyavitsya-umnyy-podlokotnik-s-sistemoy-upravleniya.html>

Summary. The problem of young people leaving the agricultural industry has not only economic but also clear ergonomic and technological causes. The lack of a modern digital workplace environment makes the profession of machine operator unattractive to a generation raised on gadgets and intuitive interfaces. Operators who operate equipment with advanced digital ergonomics are several times less likely to express an intention to change jobs.

УДК 631.354

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

Королева Л.Н., магистрант

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

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Аннотация. Приведен анализ причин производственного травматизма при эксплуатации технических средств для заготовки кормов в сельском хозяйстве. Современные технологии заготовки кормов связаны с вовлечением в процесс их производства сложной и энергонасыщенной сельскохозяйственной техники, управлять которой должны квалифицированные и имеющие специальную подготовку работники. Обеспечение безопасных условий труда является приоритетной задачей в сельскохозяйственном производстве

Abstract. This article analyzes the causes of occupational injuries associated with the use of feed preparation equipment in agriculture. Modern feed preparation technologies involve complex, energy-intensive agricultural machinery, which must be operated by qualified and specially trained workers. Ensuring safe working conditions is a priority in agricultural production.

Ключевые слова. производственный травматизм, заготовка кормов, сельскохозяйственные машины, мероприятия, охрана труда.

Keywords. industrial injuries, feed procurement, agricultural machinery, events, labor safety.

В агропромышленной отрасли производства на смену массовых механизированных полевых работ по посеву и посадке сельскохозяйственных культур приходит пора заготовки кормов. Несмотря на принимаемые меры по профилактике производственного травматизма, при этом ежегодно происходят несчастные случаи на производстве с тяжелыми последствиями за этот период.