



ECONOMICS

ЕКОНОМІКА

УДК 37.018.43

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТЕЙ У НАВЧАННІ ТА АДАПТАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ АГРОСФЕРИ

Юрій Семененко

Західноукраїнський національний університет,
Тернопіль, Україна

Резюме. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій суттєво змінює підходи до навчання та адаптації персоналу в різних галузях економіки, зокрема й в агросекторі. У сучасних умовах сільське господарство стикається з низкою викликів, пов'язаних із дефіцитом кваліфікованих кадрів, необхідністю швидкого освоєння новітньої техніки та технологій, а також потребою підвищення продуктивності праці. Традиційні методи підготовки персоналу часто не відповідають вимогам динамічного агробізнесу, що зумовлює пошук нових підходів до навчання. Одним із перспективних напрямків є використання технологій віртуальної та доповненої реальності, які дозволяють імітувати реальні виробничі умови, підвищувати ефективність навчання та скорочувати період адаптації працівників. Проведено аналіз сучасного стану підготовки та адаптації персоналу в аграрному секторі України. Висвітлено основні проблеми, серед яких застарілі методики навчання, недостатня інтеграція цифрових технологій в освітній процес, обмежений доступ до сучасного обладнання та нестача висококваліфікованих спеціалістів у сільському господарстві. Окрему увагу приділено ролі VR/AR у вирішенні цих проблем, завдяки можливості створення інтерактивних навчальних програм, що дозволяють моделювати складні технологічні процеси, працювати з технікою у безпечних умовах і значно покращувати сприйняття навчального матеріалу. Розглянуто світовий досвід використання цих технологій у сільськогосподарській освіті та їхнє практичне застосування в Україні. Наведено приклади успішних програм та ініціатив, які сприяють цифровізації аграрної освіти. Проаналізовано потенційні проблеми впровадження таких технологій у навчальний процес, зокрема високу вартість обладнання, необхідність спеціальної підготовки викладачів та відсутність системного підходу до використання цих технологій. Зроблено висновки щодо ефективності технологій віртуальної та доповненої реальності у навчанні та адаптації персоналу аграрного сектору й визначено перспективні напрями розвитку цих технологій в Україні. Запропоновано рекомендації для освітніх закладів, аграрних підприємств та державних структур щодо інтеграції цих технологій у навчальні програми з метою підвищення професійної компетентності працівників та покращення продуктивності праці в агросфері.

Ключові слова: віртуальна реальність, доповнена реальність, аграрний сектор, навчання працівників, адаптація працівників, людський капітал в агросфері.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2025.02.007

Отримано 18.02.2025

UDC 37.018.43

THE USE OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE TRAINING AND ADAPTATION OF AGRICULTURAL SECTOR WORKERS

Yurii Semenenko

West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Summary. The development of information and communication technologies is significantly changing the approaches to training and adaptation of personnel across various economic sectors, including agriculture. In modern conditions, agriculture faces numerous challenges, including a shortage of qualified personnel, the need for rapid adoption of new equipment and technologies, and the necessity to increase labor productivity. Traditional personnel training methods often fail to meet the demands of the dynamic agribusiness sector, necessitating the search for new educational approaches. One promising direction is the use of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies, which enable the simulation of real production environments, enhance training efficiency and reduce employee adaptation periods. This article analyzes the current state of personnel training and adaptation in Ukraine's agricultural sector. It highlights key challenges, including outdated training methods, insufficient integration of digital technologies into the educational process, limited access to modern equipment, and a shortage of highly qualified agricultural specialists. Special attention is given to the role of VR/AR in addressing these issues by enabling the creation of interactive training programs that simulate complex technological processes, facilitate work with machinery in a safe environment, and significantly improve the perception of educational materials. The article examines global experiences in using these technologies in agricultural education and their practical applications in Ukraine. It presents examples of successful programs and initiatives that contribute to the digitalization of agricultural education. Additionally, it analyzes potential challenges in implementing these technologies in the training process, including the high cost of equipment, the need for specialized teacher training, and the lack of a systematic approach to their use. The study concludes that VR and AR technologies are effective tools for training and adapting personnel in the agricultural sector. Furthermore, it identifies key directions for the future development of these technologies in Ukraine. The article provides recommendations for educational institutions, agricultural enterprises, and governmental bodies on integrating VR/AR technologies into training programs to enhance professional competence among workers and improve labor productivity in the agricultural sector.

Key words: Virtual Reality, Augmented Reality, Agricultural Sector, Employee Training, Employee Adaptation, Human Capital in Agriculture.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2025.02.007

Received 18.02.2025

Постановка проблеми. Аграрний сектор України стикається з проблемами підготовки та адаптації персоналу до сучасних технологій і виробничих умов. Дефіцит кваліфікованих кадрів, застарілі методики навчання та недостатня інтеграція цифрових технологій у навчальний процес уповільнюють розвиток галузі. Традиційні форми навчання не забезпечують достатнього рівня практичної підготовки, що ускладнює адаптацію працівників і підвищує витрати підприємств на навчання.

Одним із перспективних рішень є використання технологій віртуальної та доповненої реальностей, які дозволяють імітувати реальні виробничі умови, підвищувати ефективність навчання та скорочувати адаптаційний період. Проте їх упровадження в Україні обмежене через високу вартість обладнання, нестачу кваліфікованих викладачів і відсутність системного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням використання технологій віртуальної та доповненої реальностей для навчання персоналу займається велика кількість українських та іноземних вчених. Внукова Наталія проводить дослідження, зосереджені на впровадженні інноваційних технологій в аграрному секторі [2]. Пінчук Олена досліджує вплив імерсивних технологій на освітній процес та можливості їх застосування для підготовки спеціалістів у різних сферах [3]. Проте

питання використання технологій віртуальної та доповненої реальності в підготовці персоналу агросфери потребує подальшого дослідження.

Метою статті є аналіз можливостей використання технологій віртуальної та доповненої реальності для підвищення ефективності навчання та адаптації працівників аграрного сектору України. Дослідження спрямоване на виявлення основних проблем традиційних методів навчання, оцінювання потенціалу VR/AR для вирішення цих проблем, а також визначення ключових проблем та перспектив упровадження цих технологій у професійну підготовку спеціалістів в аграрній сфері.

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети дослідження передбачає аналіз сучасного стану підготовки та адаптації персоналу в аграрному секторі України з метою виявлення основних проблем, пов'язаних із навчанням працівників. Особлива увага приділяється оцінюванню ефективності традиційних методів професійної підготовки та їх відповідності сучасним вимогам агробізнесу. Дослідження спрямоване на визначення потенціалу технологій віртуальної та доповненої реальності для вирішення виявлених проблем, а також на виявлення можливих проблем для їх упровадження.

Виклад основного матеріалу. Сучасний аграрний сектор зазнає кардинальних змін під впливом цифровізації, що зумовлює необхідність адаптації методів підготовки та навчання кадрів. Використання цифрових технологій у навчанні працівників агросфери є критично важливим фактором для забезпечення ефективного функціонування агропідприємств, підвищення продуктивності праці та збереження конкурентоспроможності галузі. Впровадження інноваційних технологій сприяє не лише вдосконаленню процесів професійної підготовки, а й значно скорочує період адаптації нових працівників, що особливо важливо в умовах швидких технологічних змін у сільському господарстві.

Агросектор України стикається з великою кількістю проблем, які ускладнюють процес навчання та підготовки кадрів. Спостерігається дефіцит кваліфікованих працівників через низьку привабливість аграрної сфери для молоді, високу плинність кадрів і міграційні процеси. Інноваційні зміни в сільському господарстві, пов'язані з автоматизацією, роботизацією та використанням штучного інтелекту, вимагають від працівників нових знань і навичок, які неможливо отримати за допомогою традиційних методів навчання.

Значну роль у підготовці сучасних аграрних фахівців відіграє інтеграція цифрових технологій, таких, як системи дистанційного навчання, віртуальні навчальні середовища, імерсивні технології, цифрові моделі та симулятори. Використання таких інструментів дає змогу моделювати складні виробничі процеси в реалістичних умовах, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу та формуванню практичних навичок без ризику пошкодження техніки чи втрати врожаю.

Одним із перспективних напрямів є застосування технологій віртуальної та доповненої реальності, які дозволяють проводити тренування в умовах, максимально наближених до реальних, і значно підвищують рівень підготовки спеціалістів. VR-технології дають можливість створювати інтерактивні симулятори роботи з сільськогосподарською технікою, навчати агрономічних методів у віртуальному середовищі, а також відпрацьовувати кризові сценарії, що є важливим для забезпечення безпеки та ефективності роботи в агросфері.

Актуальності цифрові технології набувають у контексті глобалізації ринку праці, вони дозволяють стандартизувати процеси навчання відповідно до міжнародних вимог та забезпечити доступ до найкращих освітніх ресурсів незалежно від географічного розташування. Це важливо для України, де аграрний сектор відіграє ключову роль в економіці, а технологічна модернізація є необхідною умовою збереження його конкурентоспроможності.

Використання цифрових технологій у навчанні працівників агросфери є не лише доцільним, а й необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку галузі. Інтеграція VR/AR, дистанційного навчання та симуляційних платформ дозволяє значно підвищити якість освіти, скоротити термін адаптації нових працівників і сприяти ефективному впровадженню інновацій у сільськогосподарське виробництво.

Аграрний сектор України відіграє ключову роль в економіці країни, проте сучасні виробничі процеси та технологічні зміни висувають нові вимоги до кваліфікації працівників.

Однією з основних проблем є дефіцит кваліфікованих кадрів. Сучасне агровиробництво передбачає використання автоматизованих систем, сенсорних технологій, супутникового моніторингу та цифрових рішень для управління господарством. Працівники, які приходять на підприємства, не завжди володіють необхідними навичками для роботи з цими інструментами. Компаніям доводиться організовувати додаткове навчання персоналу вже в процесі роботи, що потребує ресурсів та часу.

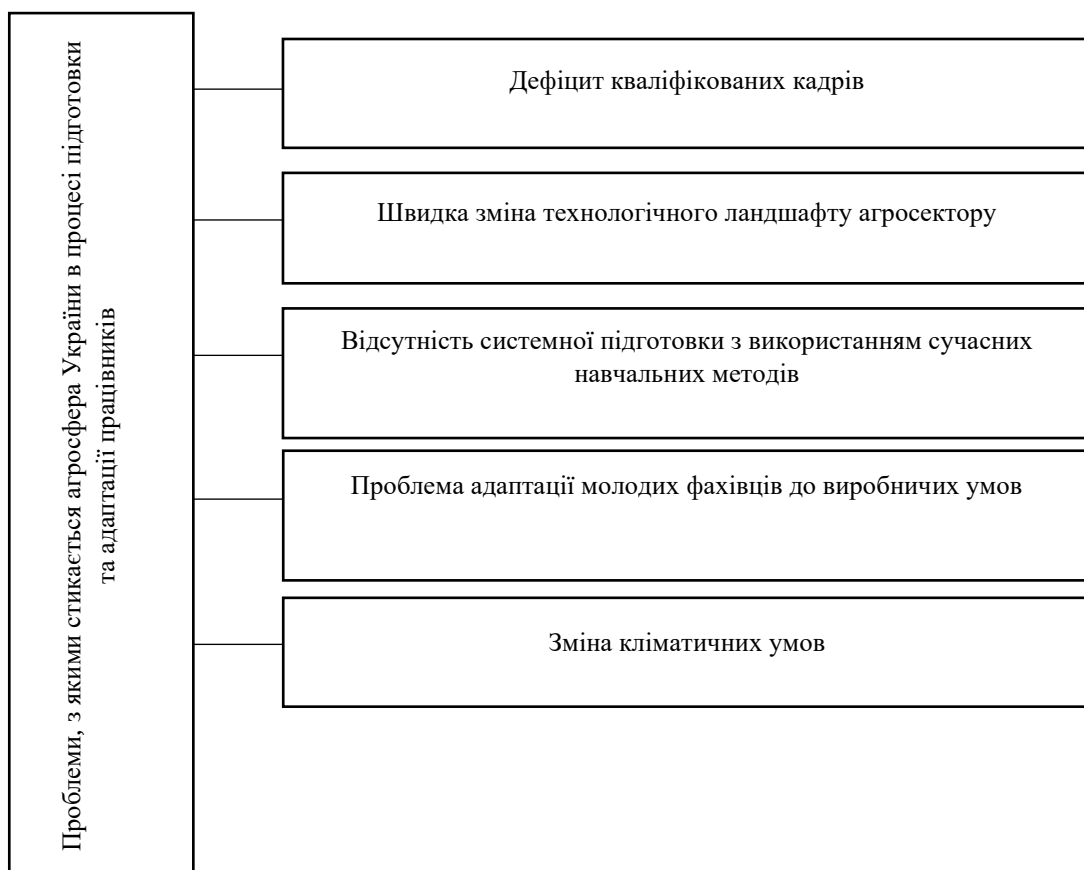


Рисунок 1. Проблеми, з якими стикається агросфера України в процесі підготовки та адаптації працівників

Ще однією важливою проблемою є швидка зміна технологічного ландшафту агросектору. Сільське господарство все більше орієнтується на точне землеробство, використання дронів та автоматизовані системи зрошування. Це означає, що навіть досвідчені працівники потребують безперервного навчання та підвищення кваліфікації, оскільки нові технології з'являються достатньо швидко.

Також значною проблемою є відсутність системної підготовки з використанням сучасних навчальних методів. Багато агропідприємств не мають достатньої кількості

спеціалізованих навчальних центрів або тренувальних полігонів, де працівники могли б отримувати практичні навички роботи з новітньою технікою в безпечних умовах. Виникає потреба в упровадженні інноваційних технологій у процес професійної адаптації, таких, як симулятори, віртуальна та доповнена реальність.

Ще однією проблемою є адаптація молодих фахівців до виробничих умов. Випускники навчальних закладів часто стикаються зі складнощами під час переходу від теоретичних знань до реальних виробничих процесів. Робота в агросфері вимагає швидкого ухвалення рішень, розуміння роботи обладнання й технічних процесів, що є викликом без належного практичного досвіду.

Ще однією проблемою, яка впливає на підготовку працівників, є зміна кліматичних умов. Через зміни погодних умов аграрні підприємства змушені переходити до стійкіших методів ведення господарства, впроваджувати інноваційні підходи до збереження ґрунтів, управління водними ресурсами та біологічного захисту рослин. Це створює нові вимоги до навичок персоналу та підвищує потребу в швидкому освоєнні нових технологій.

Проблеми, з якими стикається аграрний сектор у підготовці кадрів (рис. 1), вимагають нових підходів до навчання та адаптації працівників. Упровадження цифрових технологій у навчальний процес, створення сучасних тренувальних програм і використання VR/AR можуть стати ефективними рішеннями для вирішення цих проблем та підвищення продуктивності людського капіталу в агросфері.

Попри зазначені труднощі, в Україні поступово формуються сприятливі тенденції щодо модернізації системи навчання аграрних фахівців. Одним із таких позитивних зрушень є активне поширення онлайн-освіти, яка дозволяє фахівцям безперервно підвищувати свою кваліфікацію, адаптуючись до нових технологій. Платформи дистанційного навчання пропонують курси з точного землеробства, агроінновацій, цифрового управління фермерськими господарствами, що сприяє розширенню доступу до знань для працівників, незалежно від їхнього місця проживання.

Цифрові технології інтегруються в навчальні програми, що дозволяє студентам набувати компетентностей, необхідних для роботи в умовах сучасного агробізнесу. Використання систем управління аграрними підприємствами, впровадження навчальних платформ, моделювання виробничих процесів сприяють підвищенню якості підготовки фахівців.

Важливу роль у трансформації системи підготовки кадрів відіграють державні та приватні ініціативи, спрямовані на підтримання професійного розвитку працівників агросектору. Спільні програми агрохолдингів, профільних навчальних закладів та державних інституцій передбачають проведення тренінгів, стажувань, семінарів, спрямованих на впровадження інноваційних підходів до організації аграрного виробництва. Такі заходи створюють передумови для формування нової генерації фахівців, здатних працювати в умовах цифрової трансформації сільського господарства. Сучасна ситуація в аграрній освіті України демонструє одночасне співіснування викликів і прогресивних змін, що створює підґрунтя для подальшого реформування системи підготовки персоналу відповідно до потреб цифрової економіки.

Віртуальна реальність – це високорозвинена форма комп'ютерного моделювання, яка дозволяє користувачу заглибитися у штучний світ і безпосередньо діяти в ньому за допомогою спеціальних сенсорних пристроїв, які зв'язують його з аудіовізуальними ефектами. При цьому зорові, слухові, моторні відчуття користувача замінюються їхньою імітацією, яка генерується комп'ютером [1].

Технології віртуальної та доповненої реальності належать до інноваційних інструментів, що активно впроваджуються у різні сфери діяльності, зокрема в систему підготовки кадрів агропромислового комплексу. Віртуальна реальність передбачає

створення повністю цифрового середовища, в якому користувач повністю занурюється у змодельовану ситуацію, взаємодіючи з об'єктами, що імітують реальні процеси. Учасник навчання, використовуючи спеціальні пристрої, зокрема VR-окуляри чи шолом, опиняється у тривимірному просторі, який може відтворювати робочі операції, виробничі лінії, польові умови чи будь-які інші аспекти аграрної діяльності.

Доповнена реальність, на відміну від віртуальної, поєднує реальне середовище з цифровими елементами, які накладаються на фізичний світ. Технології AR дозволяють за допомогою мобільних пристроїв, планшетів або AR-окулярів бачити додаткову інформацію про об'єкти, інструкції, графічні підказки, що значно полегшує виконання виробничих завдань, налаштування обладнання чи навчання на робочому місці. Переваги використання технологій віртуальної та доповненої реальності у навчанні в агросфері:

1. *Імітація реальних умов.* Використання VR та AR дозволяє створювати інтерактивні тренажери, які максимально точно відтворюють умови реальної роботи на підприємстві. Такі тренування допомагають працівникам практикувати свої навички у безпечному середовищі, де вони можуть стикатись з різними ситуаціями без ризику для здоров'я або ресурсу обладнання. Це особливо важливо в агросекторі, де умови роботи можуть бути небезпечними, а помилки – дорогими.

2. *Підвищення безпеки.* Технології VR/AR дозволяють проводити навчання, яке моделює потенційно небезпечні ситуації, такі, як аварії або непередбачувані обставини на виробництві, без реального ризику. Таким чином, працівники можуть відпрацьовувати свої дії під час надзвичайних ситуацій, що значно підвищує рівень безпеки на підприємстві.

3. *Гейміфікація процесу.* Впровадження елементів гейміфікації через VR/AR технології робить навчальний процес цікавішим. Використання віртуальних світів, задач та рівнів може значно підвищити мотивацію працівників до навчання. Змагання, досягнення та візуалізація прогресу створюють умови для ефективнішого засвоєння матеріалу, оскільки учасники зацікавлені в досягненні нових результатів і в покращенні своїх навичок.

Ці переваги разом формують ефективне середовище для навчання, яке дозволяє знизити витрати на матеріальні ресурси, підвищити продуктивність та швидкість адаптації працівників до нових умов роботи.

Технології віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) стають потужними інструментами у навчанні аграрного сектора, допомагаючи покращити якість підготовки працівників та студентів. У світі вже є кілька прикладів їх успішного застосування, які демонструють великий потенціал цих технологій.

Університет Джорджії в США активно використовує VR для навчання студентів агрономії. Студенти можуть віртуально працювати на полях, де їм демонструються різні методи обробки ґрунту, вирощування рослин і боротьби з шкідниками. VR дозволяє моделювати складні погодні умови, такі як посухи або повені, що дає студентам можливість відпрацьовувати стратегії управління посівами в умовах, які важко передбачити в реальному житті. Це дозволяє значно знизити ризик помилок і дає можливість глибше розуміти, як адаптувати агрономічні практики до змін клімату.

VR дає можливість створювати тренажери для безпечної роботи з сільськогосподарською технікою. Компанія John Deere розробила AR-додатки, які дозволяють операторам важкої техніки отримувати інструкції прямо на місці, через смартфони чи спеціальні окуляри. Це дозволяє швидко ознайомитись із правильними налаштуваннями і режимами роботи машин, не відволікаючись на застарілі інструкції. Таке використання AR суттєво знижує час на навчання операторів, підвищує безпеку і зменшує кількість технічних помилок.

Ще один приклад застосування VR у сільському господарстві демонструє компанія Ritchie Bros у Канаді. Вони створили спеціальну VR-програму для навчання працівників безпеки при роботі з важкими механізмами. Моделювання реальних ситуацій, таких, як аварії або інші надзвичайні події, дає змогу відпрацьовувати дії в умовах безпеки. Такі тренування дозволяють значно знизити ймовірність травм на робочих місцях, оскільки працівники проходять необхідне навчання в контрольованому середовищі.

Завдяки використанню VR/AR технологій, навчання стає інтерактивнішим, ефективнішим та безпечнішим. Такі програми дозволяють значно заощаджувати час та ресурси на навчання, підвищують рівень безпеки, а також забезпечують працівникам можливість відпрацьовувати навички, які можуть бути надзвичайно складними або небезпечними в реальних умовах.

Використання технологій VR та AR у процесі адаптації нових працівників аграрного сектору сприяє значному скороченню часу, необхідного для освоєння професійних обов'язків, та підвищенню загальної ефективності трудової діяльності. Ці технології дозволяють новачкам ознайомитися з виробничими процесами, обладнанням та специфікою аграрних робіт ще до безпосереднього виходу в поле чи підприємство, що знижує рівень стресу й невизначеності під час початкового етапу роботи.

Віртуальна реальність дає можливість створити інтерактивні симуляції робочих ситуацій, які повністю імітують реальні умови, управління сільськогосподарською технікою, виконання польових робіт, експлуатацію систем зрошення або використання засобів захисту рослин. Працівники можуть багаторазово повторювати необхідні дії у віртуальному просторі, що дозволяє відпрацьовувати навички до автоматизму без ризику заподіяння шкоди обладнанню або врожаю.

Технології доповненої реальності забезпечують підтримання працівника безпосередньо у виробничому середовищі. Під час виконання робіт співробітник може отримувати візуальні підказки, інструкції чи інші інтерактивні елементи, які накладаються на реальну картину навколишнього середовища. Це допомагає уникнути типових помилок, особливо на перших етапах роботи, коли фахівець ще не повністю орієнтується у специфіці виробничих процесів.

Застосування VR та AR дозволяє мінімізувати потребу в постійному супроводі з боку наставника, адже цифрові інструменти частково беруть на себе функцію контролю та підтримки. Працівник швидше опановує нові завдання, стає впевненішим у своїх діях, що позитивно впливає на продуктивність праці. Імітація аварійних ситуацій у VR сприяє формуванню навичок оперативного реагування на нестандартні випадки, що в майбутньому дозволяє зменшити ризик виникнення виробничих простоїв чи пошкоджень обладнання.

Інтеграція VR та AR у процес адаптації нових працівників сприяє прискоренню входження у професійну діяльність, зниженню рівня виробничих ризиків і формуванню кваліфікованіших кадрів, що, зрештою, підвищує ефективність аграрного виробництва.

Практичне застосування VR та AR у підготовці кадрів агросектору охоплює різні напрями, серед яких особливу увагу привертає навчання трактористів, агрономів і технічного персоналу. Для операторів сільськогосподарської техніки створюються симулятори, що відтворюють процеси управління тракторами, комбайнами та іншими машинами в умовах, максимально наближених до реальних. Віртуальні тренажери дозволяють без ризику відпрацьовувати запуск обладнання, регулювання механізмів, маневрування на полі, а також реагування на нестандартні ситуації, зокрема вихід з ладу вузлів чи несприятливі погодні умови.

Агрономи використовують VR для моделювання технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур, визначення стану посівів, виявлення

хвороб рослин та вибору оптимальних заходів для їх усунення. Завдяки інтерактивним візуалізаціям можна оцінити вплив різних агротехнічних прийомів на врожайність, вивчати особливості роботи із сучасними системами точного землеробства, що передбачає використання GPS-навігації, дронів та датчиків моніторингу.

Технічний персонал, який відповідає за обслуговування та ремонт сільськогосподарського обладнання, має змогу проходити навчання за допомогою AR-додатків, які демонструють детальну конструкцію вузлів і агрегатів, алгоритми діагностики несправностей та етапи заміни деталей. Під час роботи спеціалісти можуть отримувати інструкції у вигляді графічних підказок, що накладаються на реальні об'єкти, сприяючи точному виконанню операцій.

В Україні досвід упровадження VR та AR у підготовку працівників аграрної сфери лише починає формуватися, проте вже є приклади успішних ініціатив. Зокрема, деякі великі агрохолдинги, серед яких «МХП» та «Кернел», розглядають ці технології як інструмент удосконалення системи внутрішнього навчання персоналу. В компанії «МХП» реалізовано проекти з використання VR для підготовки фахівців у сфері технічної експлуатації обладнання, що дозволяє зменшити витрати на навчання та мінімізувати виробничі простой.

Інші підприємства починають інтегрувати AR у щоденну діяльність для підтримання ремонтних бригад, які обслуговують сільськогосподарську техніку. Використання доповненої реальності сприяє оперативному отриманню технічної документації, візуалізації прихованих комунікацій та перевірці правильності монтажу вузлів. Поступово формується співпраця між аграрним бізнесом та українськими університетами, де VR та AR починають застосовувати для підготовки студентів аграрних спеціальностей, створюючи умови для ефективнішого освоєння практичних навичок ще на етапі навчання.

Висока вартість упровадження VR та AR у навчальні програми агрокомпаній є однією з найвагоміших перешкод для їх масштабного використання. Закупівля обладнання, такого, як VR-гарнітури, контролери, спеціалізовані симулятори, а також розроблення контенту, який враховує специфіку сільськогосподарського виробництва, потребують значних фінансових вкладень. Створення реалістичних віртуальних сценаріїв для навчання трактористів, агрономів або технічних спеціалістів вимагає залучення як фахівців аграрної галузі, так і розробників програмного забезпечення.

Довготривала експлуатація VR/AR-рішень потребує регулярного оновлення програмного забезпечення, обслуговування техніки та навчання внутрішніх інструкторів, здатних проводити заняття із використанням цих технологій. Для агропідприємств, особливо малих і середніх, подібні витрати можуть бути непосильними, що стримує їх готовність інвестувати в упровадження інноваційних підходів до підготовки кадрів.

Великі агрохолдинги, які активно модернізують виробничі процеси, розглядають ці витрати як інвестиції у підвищення ефективності праці та зниження ризиків, пов'язаних із людським фактором. Поступове зниження вартості обладнання та програмних рішень, а також розвиток локальних розробників аграрних VR/AR-платформ створюють передумови для розширення доступності цих технологій у середньотривалій перспективі.

Упровадження VR та AR у процес навчання й адаптації працівників агрокомпаній вимагає залучення фахівців, які володіють не лише глибокими знаннями в аграрній галузі, а й навичками роботи з цифровими технологіями. Виникає потреба у спеціалістах, здатних створювати навчальні сценарії у віртуальному середовищі, налаштовувати VR/AR-обладнання, адаптувати контент до специфіки роботи різних категорій персоналу та ефективно проводити тренінги.

Брак таких кадрів особливо відчутний у регіонах, де агрокомпанії часто обмежені у доступі до сучасних ІТ-рішень і фахівців, що мають досвід інтеграції VR/AR у навчальні процеси. Інструктори, які традиційно відповідають за професійну підготовку трактористів, агрономів, операторів сільськогосподарської техніки, не завжди готові до роботи з новими технологіями, що вимагає додаткових зусиль і ресурсів на їх перенавчання.

Формування внутрішніх тренерів, які поєднуюватимуть галузеву експертизу та цифрові компетенції, потребує часу й інвестицій. Водночас великі агрокомпанії поступово усвідомлюють важливість розвитку таких фахівців. Саме вони можуть забезпечити ефективне використання VR/AR у підвищенні кваліфікації персоналу та скороченні періоду адаптації нових працівників.

Попри наявні фінансові та кадрові бар'єри, VR та AR-технології демонструють значний потенціал для розвитку агробізнесу в Україні. Інноваційні підходи до навчання та адаптації працівників здатні суттєво підвищити рівень професійної підготовки персоналу, особливо в умовах зростаючої автоматизації виробничих процесів і поширення високотехнологічної техніки. Використання VR/AR дозволяє моделювати складні виробничі ситуації, які неможливо відтворити в реальних умовах без ризику для працівника чи техніки, що сприяє підвищенню безпеки й зниженню ймовірності виробничих травм.

Українські агрохолдинги, що орієнтуються на впровадження точного землеробства, вже демонструють зацікавленість у використанні VR/AR для підготовки трактористів, комбайнерів, операторів безпілотних літальних апаратів. Віртуальні тренажери дозволяють персоналу відпрацювати навички управління сучасною технікою без необхідності витрачати паливе чи зношувати обладнання.

Подальший розвиток VR/AR в агробізнесі пов'язаний із появою доступніших апаратних рішень і програмних платформ, адаптованих під потреби агросектору. Створення локальних продуктів, що враховують специфіку українського аграрного виробництва, а також активізація співпраці між агрокомпаніями й технологічними стартапами можуть сприяти прискоренню інтеграції VR/AR у систему професійного навчання працівників галузі. У перспективі це може стати важливим чинником підвищення продуктивності праці та конкурентоспроможності українського агробізнесу на світовому ринку.

Перспективність VR/AR-технологій у навчанні та адаптації працівників агробізнесу визначається їхньою здатністю забезпечувати якісно новий рівень засвоєння практичних навичок. Особливе значення вони набувають у контексті роботи з високотехнологічною технікою, точним землеробством і автоматизованими системами управління виробничими процесами. Візуалізація складних операцій, інтерактивне моделювання нестандартних виробничих ситуацій і можливість відпрацьовувати дії в умовах, максимально наближених до реальних, сприяють швидкому формуванню компетенцій, критично важливих для підвищення продуктивності праці та зниження ймовірності технічних помилок.

Інтеграція VR/AR у процес підготовки працівників сприяє розширенню можливостей навчання в умовах сезонності агровиробництва, коли оперативність засвоєння нових знань і навичок набуває особливої ваги. Поєднання цих технологій із дистанційними форматами навчання створює підґрунтя для розбудови гнучких систем підготовки персоналу, що адаптуються до потреб конкретного виробництва. Саме ця здатність VR/AR підлаштовуватися під специфіку аграрних підприємств визначає їхню перспективність як одного з ключових інструментів підвищення кваліфікації та адаптації працівників в умовах сучасного агробізнесу.

Агрокомпаніям доцільно розглядати VR/AR як інструмент цільової підготовки персоналу, що враховує специфіку виробничих процесів конкретного підприємства. Інвестування у створення індивідуалізованих навчальних модулів на базі VR/AR дозволяє не лише прискорити адаптацію нових працівників, а й підвищити рівень кваліфікації вже досвідчених фахівців. Варто зосередити увагу на співпраці з технологічними компаніями для розроблення адаптованих симуляторів, які охоплюють специфічні операції, пов'язані, наприклад, із налаштуванням сучасної сільськогосподарської техніки, управлінням автоматизованими системами чи моніторингом стану посівів.

Бізнес може ініціювати створення галузевих VR/AR-платформ, які об'єднуюватимуть навчальні ресурси для різних категорій працівників, забезпечуючи доступ до стандартів роботи, найкращих практик та симуляцій екстремальних виробничих ситуацій. Формування таких платформ сприятиме зменшенню витрат для окремих підприємств і одночасно підвищить якість навчання в масштабах усього агросектору.

Окремої уваги потребує підготовка внутрішніх тренерів, які володітимуть як аграрними компетенціями, так і навичками роботи з VR/AR-інструментами. Розвиток цієї категорії фахівців дозволить забезпечити стабільне функціонування нових систем навчання без залучення зовнішніх консультантів.

Освітнім установам, які здійснюють підготовку кадрів для агросфери, доцільно орієнтуватися на формування партнерств із аграрними компаніями та технологічними розробниками, спільно створюючи навчальні VR/AR-програми, адаптовані під потреби реального виробництва. Така співпраця сприятиме розробленню контенту, що базуватиметься на актуальних вимогах агробізнесу, а також дозволить майбутнім працівникам ще на етапі навчання набувати практичні навички, які стануть визначальними для їхньої успішної адаптації на виробництві.

Висновки. Технології VR та AR демонструють значний потенціал у процесі навчання та адаптації працівників агропідприємств, забезпечуючи моделювання реальних виробничих ситуацій, прискорене засвоєння практичних навичок та підвищення рівня безпеки виконання робіт. Вони створюють умови для ефективної підготовки персоналу до роботи із сучасною сільськогосподарською технікою, автоматизованими системами управління й інноваційними підходами до агровиробництва, що є вкрай важливим в умовах технологічної трансформації галузі. Застосування VR/AR сприяє також гнучкості навчальних процесів, даючи змогу оптимізувати адаптацію нових працівників та підвищити продуктивність роботи.

Попри суттєві переваги, впровадження цих технологій вимагає значних інвестицій, підготовки фахівців, здатних працювати з VR/AR-інструментами, а також налагодження співпраці між агрокомпаніями й технологічними розробниками. Подолання цих бар'єрів відкриває можливості для створення системи підготовки кадрів, що відповідатиме сучасним викликам агробізнесу, зокрема дефіциту кваліфікованої робочої сили та необхідності підвищення ефективності праці.

Інтеграція VR/AR у навчальні процеси агропідприємств має розглядатися як стратегічне рішення, здатне забезпечити довготривалу конкурентоспроможність компаній. Послання технологічних інновацій із практичними запитам виробництва сприятиме формуванню компетентного персоналу, що володіє сучасними навичками, необхідними для успішної роботи у цифровізованому аграрному секторі України.

Conclusions. VR and AR technologies demonstrate significant potential in the training and adaptation processes of agricultural enterprise employees by enabling the simulation of real production situations, accelerating the acquisition of practical skills, and enhancing workplace safety. They create favorable conditions for the effective preparation of personnel to operate

modern agricultural machinery, automated management systems, and innovative approaches to agricultural production, which is especially crucial in the context of the sector's technological transformation. The application of VR/AR also promotes the flexibility of training processes, allowing for the optimization of new employee adaptation and the improvement of work productivity.

Despite their considerable advantages, the implementation of these technologies requires a substantial investment, the training of specialists capable of working with VR/AR tools, and the establishment of cooperation between agricultural companies and technology developers. Overcoming these barriers opens opportunities for creating a workforce training system that meets the modern challenges of agribusiness, particularly the shortage of qualified labor and the need to improve operational efficiency.

The integration of VR/AR into the training processes of agricultural enterprises should be viewed as a strategic solution capable of ensuring the long-term competitiveness of companies. Combining technological innovations with the practical needs of production will facilitate the development of a competent workforce equipped with the modern skills necessary for successful work in Ukraine's digitized agricultural sector.

Список використаних джерел

1. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних сил. 2018. № 2. С. 207–212.
2. Внукова Н. Розвиток циркулярної індустрії 4.0 в агропромисловому комплексі. Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1 (м. Київ, 6–7 лип. 2023 р.). Київ, 2023. С. 103–106.
3. Лупаренко Л. А., Литвинова С. Г., Пінчук О. П., Соколюк О. М. Готовність вчителів до використання доповненої реальності в освітньому процесі. Вісник післядипломної освіти. Серія Педагогічні науки. 2022. Вип. 21 (50). С. 144–177.
4. Пришляк К., Буяк Л. Цифрова трансформація у сфері земельних відносин. Вектори інноваційного розвитку освіти, науки і бізнесу в умовах глобальних змін : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 25 травня 2021 р.). Тернопіль: ФОП Осадца Ю. В., 2021. С. 13–15.

References

1. Klymniuk V. Ye. (2018) Virtualna realnist v osvitnomu protsesi [Virtual reality in the educational process]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitryanykh Syl*, no. 2, pp. 207–212. (In Ukrainian).
2. Vnukova N. (2023). Rozvytok tsyrkuliarnoi industrii 4.0 u ahropromyslovomu kompleksi [Development of the circular industry 4.0 in the agro-industrial complex]. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (Kyiv, Ukraine, 6–7 July 2023), Part 1, Kyiv, pp. 103–106. (In Ukrainian).
3. Luparenko L. A., Lytvynova S. H., Pinchuk O. P., Sokoliuk O. M. (2022). Hotovnist vchyteliv do vykorystannia dopovnenoї realnosti v osvitnomu protsesi [Teachers' readiness to use augmented reality in the educational process]. *Visnyk pisladyplomnoi osvity. Serii Pedagogichni nauky*, issue 21 (50), pp. 144–177. (In Ukrainian).
4. Pryshliak K., Buyak L. (2021). Tsyfrova transformatsiia u sferi zemelnykh vidnosyn [Digital transformation in the field of land relations]. *Vektory innovatsiinoho rozvytku osvity, nauky i biznesu v umovakh hlobalnykh zmin: materialy IX Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (Ternopil, Ukraine, 25 May 2021), Ternopil: FOP Osadtsa Yu. V., pp. 13–15. (In Ukrainian).

Дослідження проведено в межах виконання проекту фундаментальних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок молодих вчених ПТ-07-2025 «Б» на тему «Інформаційно-комунікаційні технології для підвищення продуктивності та залученості людського капіталу в агросфері» (відповідно до Наказу МОН України від 27 грудня 2024 року № 1801) (державний реєстраційний номер 0125U000008).