

О.В. Крайнюк¹, Ю.В. Буц², В.В. Барбашин³, Н.В. Діденко¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Україна

³Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова, Україна

АНАЛІЗ СФЕР ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

Надано аналіз використання безпілотних літальних апаратів ефективно можуть бути використані для моніторингу та контролю за виконанням безпечних умов праці. Останнім часом спостерігається зростання тенденції використання БПЛА із різноманітними датчиками та іншими цифровими технологіями. Ідентифіковано небезпеки, що можуть викликати самі дрони.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; цифрова розробка; охорона праці.

Постановка проблеми

БПЛА - нове інноваційне явище, що набирає популярність і зростаючий попит, розробники прагнуть удосконалити обладнання, розробляючи нові покоління моделей. БПЛА можуть знайти своє застосування на будь-якому рівні - від складних інженерно-технічних до побутових питань.

Сьогодні БПЛА готові зробити революцію у комерційному сегменті, але на ринку праці з'явилася нова професія - «оператор БПЛА». Вперше цивільне використання безпілотників було запропоновано компанією Amazon для доставки замовлень з Інтернет-магазину у 2013 р., після чого ринок почав стрімко розвиватися, відкриваючи нові галузі для комерційного та приватного використання [1]. Так, у компанії «Amazon» кількість складських робіт за останні 2 роки зросла з 1400 до 30000. З появою штучного інтелекту стає можливим автоматизація виконання дедалі більшої кількості когнітивних завдань, які раніше були під силу лише людям [1]. Ще 5-10 років тому компанії недовірили ставилися до впровадження інновацій у сфері охорони праці, сильніше акцентували увагу на традиційних технологіях. Але зараз ми бачимо по-справжньому проривні технічні розробки.

Наприклад, поширюється використання дронів для підвищення безпеки, ефективності та точності виробничих процесів. Зазвичай використання дронів передбачає спостереження, перевірку території та збір даних. Використання роботизованої техніки не тільки підвищує точність та безпеку процесу, усуваючи необхідність участі людей у ньому, а й роблять процес більш гнучким [2-4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Виділимо найпопулярніші області застосування дронів: безпека праці, будівництво, навколишнє середовище, аварійна готовність/реагування, дотримання регламентованих вимог. Дрони та безпілотники вже використовуються для картографічної зйомки, телевізійних передач, кінозйомки, метеорологічних спостережень, контролю безпеки на об'єктах, спостереження за залізницями, сільському господарстві, рятувальних операціях, гасінні пожеж, аналізу наслідків надзвичайних ситуацій тощо. БПЛА можуть використовуватися в інженерних середовищах як системи дистанційного зондування для моніторингу, інфраструктурних проектів, міського планування, інспекції доріг, управління робочими місцями.

Дрони використовуються в різних будівельних процесах [5], при виконанні геодезичних робіт, управлінні на місці, моніторингу прогресу, перевірці безпеки [6] та оцінці збитків. БПЛА мають перевагу порівняно з традиційним набором даних, оскільки їх технологія швидше та ефективніше при менших витратах. БПЛА може досягти важкодоступних або небезпечних районів.

Управління з питань безпеки та гігієни праці в США (OSHA) оголосило, що для забезпечення безпеки персоналу буде запроваджено використання безпілотників для оцінки безпеки. Безпілотники доцільно використовувати для охоплення великих територій промислових підприємств, лісгоспів, сільськогосподарських територій та відстеження в режимі реального часу щоб гарантувати дотримання методів безпечної роботи.

У науковій літературі представлені дослідження, які описують інтеграцію БПЛА з

іншими цифровими технологіями для забезпечення безпеки будівництва. Згідно з Ченом і співавторами [7], існує два підходи з використанням БПЛА у сфері безпеки будівництва. По-перше, БПЛА можна використовувати для візуалізації поточних ситуацій на об'єкті, щоб допомогти фахівцям з безпеки визначити місця потенційної небезпеки. По-друге, дрони можна використовувати для картування будівельних майданчиків та визначення місць, що становлять потенційну небезпеку. БПЛА можуть бути задіяні для перевірки застосування системи управління безпекою на будівельних майданчиках. Алізадехсалехі та ін. [8] застосували перший підхід у своєму дослідженні, використовуючи зображення, отримані з БПЛА, для створення 3D-моделі. Потім вони використовували цю модель для оцінки та перепроєктування системи безпеки. У роботі [9] автори застосували другий підхід, порівнюючи дані, отримані БПЛА, із встановленими правилами безпеки. Автори [10] планували регулярні польоти БПЛА на будівельний майданчик, щоб контролювати та виявляти будівельників, які не носили захисні шоломи та реміні безпеки.

Використання БПЛА ефективно на будівництві для забезпечення безпеки, контролю робочого процесу з метою фіксації аварійних ситуацій, порушення вимог охорони праці та миттєвого реагування на ситуацію.

Одним із трендів розвитку логістичної галузі на є застосування дронів на складі, наприклад для інвентаризації. Процес пов'язаний з підняттям працівника на висоту, що автоматично відносить таку діяльність до потенційно небезпечної.

При явних перевагах (мобільності, ефективності, вартості та низькому часу зайнятості) існує ряд факторів, що обмежують широке застосування дронів на складах:

- недосконалість енергоносіїв;
- недостатня потужність і автономність;
- обмеження орієнтації в просторі по GPS в замкнутих приміщеннях;
- відсутність законодавчої бази.

БПЛА використовують для моніторингу промислових трубопроводів, великогабаритного обладнання та виробничих майданчиків. Дрони можуть виключити необхідність для співробітників входити в замкнуті простори або виконувати роботи на висоті, забезпечуючи при цьому ефективні дистанційні перевірки. БПЛА використовують для огляду дистильційних колон, смолокипів, опор ЛЕП та трубопроводів, що дозволяє уникнути використання людської праці на висоті.

Протипожежні служби в ряді міст відправляють дрони до місця загоряння для розвідки. Спеціалізовані безпілотні літальні апарати, оснащені газоаналізаторами та камерами з

тепловізорами, дозволяють не лише оцінити масштаби лиха, а й сприяти рятувальним операціям.

Представляє інтерес дослідження [11], у якому оцінено продуктивність БПЛА для моніторингу безпеки на основі отриманих візуальних ресурсів, виявлено невідповідності, пов'язані з небезпечними умовами або діями, наприклад, працівники не використовували ЗІЗ, невідповідні огорожі.

Автори [12] пропонують інтелектуальну систему спостереження за дорожнім рухом на базі БПЛА з використанням технології 5G, що за їх прогнозами зменшить кількість постраждалих у ДТП більш ніж удвічі.

Формулювання мети статті

Ефективне застосування дронів для перевірки безпеки потребує досліджень, спрямованих на краще розуміння того, як цю технологію можна застосувати для будівництва СУОП.

У даному дослідженні представлено оцінку застосування БПЛА для перевірки безпеки. Метою роботи є розробка рекомендацій щодо застосування БПЛА для перевірки безпеки та визначення ролі дронів для здійснення управлінських завдань СУОП щодо перевірки безпеки, виявлення та виправлення недоліків, запобігання нещасним випадкам.

Виклад основного матеріалу

Можливість використання БПЛА в екстремальних умовах, у важкодоступних та небезпечних районах для надання екстреної медичної допомоги становить особливий інтерес у разі масової катастрофи. Безпілотники можуть швидко доставити необхідні засоби до польового госпіталю, аптечки та медикаменти для надання першої допомоги та підтримки стану потерпілого.

Переваги використання дронів очевидні:

- безпека персоналу, зниження ризику;
- отримання зображення в реальному часі з більшою деталізацією та точністю, найкращою ніж у супутникових зображень;
- підібраний формат зображення, що включає захоплення додаткових кутів та отримання даних конкретної області у разі потреби;
- запис інформації для подальшого використання та аналізу;
- виявлення ризиків виникнення аварійних ситуацій та нещасних випадків;
- фіксація випадків порушення вимог охорони праці;
- відеодокументування та використання цієї інформації, при розслідуванні нещасних випадків та аварійних ситуацій.

Окреслимо найкращі області застосування БПЛА для забезпечення безпеки (рис. 1):

1. Обстеження будівель, що вважається складним завданням особливо коли йдеться про обстеження висотних будівель: використання дронів може заощадити час, гроші і знизити ризики.

2. Огляд території підприємства, об'єкта, майданчика, складу. Кадри з дронів з місця обстеження оперативно надсилаються зацікавленим сторонам проекту та ефективні у вирішенні конкретних завдань, а дрони можуть охоплювати огляд великих площ професійніше, ніж людина.

3. Комунальні служби можуть використовувати БПЛА для огляду та обстеження електричної системи та трубопроводів, для організації ремонту після стихійного лиха, для контролю лінії електропередач, опор та підстанцій. БПЛА підвищують безпеку робітників, оскільки будівельні ліси і канати, які зараз використовуються для огляду об'єктів, можуть бути значною мірою замінені дистанційно керованими БПЛА.

4. Перевірки технічного обслуговування. Проведення планових перевірок технічного обслуговування високих споруд, таких як мости, вежі, дахи, іноді можуть включати дороговартісні механізми доступу і можуть бути складним завданням, де БПЛА можуть бути більш швидким та простим варіантом для цих перевірок.

Дрони ефективні для огляду дахових конструкцій, що підвищує безпеку та ефективність. Дрон замінить необхідність використання канатного доступу, що заощадить час та підвищить безпеку.

5. Інспекційні роботи та картування у будівництві. Детальніше топографічне картографування призведе до більш точних проектів. Безпеку робітників можна було б підвищити, якщо скасувати деякі перевірки на висоті, які зараз проводяться за допомогою ліфтів або будівельних лісів, наприклад, перевірку герметичних швів у огороженні високих будівель.

Часто для геодезиста дуже важко дістатися до зйомки високих областей будівлі, у свою чергу лазерне сканування з БПЛА спростить це завдання та зменшить можливості помилки.

6. Охорона праці та техніка безпеки: оскільки дрон може показувати відео у форматі «онлайн», людина може передбачити нові ризики, пов'язані з безпекою співробітників на будівельному об'єкті, наприклад, керівники ділянки можуть помітити рухомі транспортні засоби, крани, що рухаються, або активні ділянки розкопок, що може зменшити ймовірність нещасних випадків або травм.

7. БПЛА використовуються для запису тепловізійних зображень з повітря, які можуть бути використані для оцінки теплопостачання у будівлі. Це може дати необхідну інформацію для усунення дефектів будівлі. Тепловізійні камери ефективні для патрулювання будівельних майданчиків особливо в

нічний час, чітко показуючи дії людини та посилюючи заходи безпеки.

Тепловізійна зйомка з дрону може виявити відсутню або пошкоджену установку, воду під мембранами дахів, зовнішні електричні проблеми, непрацюючі вікна та багато інших проблем. У разі перевірки сонячних панелей дрони з тепловізійними камерами можуть виявити виробничі дефекти, тріщини, несправні міжз'єднання та тимчасове затінення, що дозволяє уникнути небезпечних робіт людей, пов'язаних з підйомом на висоту.

8. Звіти про хід будівництва готуються постійно для врахування прогресу на об'єкті. Ці звіти охоплюють багато працівників. Регулярний політ безпілотної – це швидкий спосіб запису та візуалізації прогресу проекту. За допомогою серії аерофотознімків та HD-відео учасники проекту можуть отримати уявлення про прогрес. У такому разі звіти можуть створюватися щотижня або щодня.

9. Дрони можуть використовуватися для проведення регулярних перевірок технічного обслуговування або після стихійного лиха – таких як урагани або повені – коли стан об'єкта невідомий, але він міг отримати пошкодження.

Часткове обвалення стіни греблі у Whaley Bridge у 2019 році продемонструвало ефективність БПЛА з камерою із зумом, щоб оглянути ситуацію та простежити за масштабами збитків. Без дрона комусь довелося б підійти впритул до пошкоджень, спуститися по мотузці вниз дамбою, щоб подивитися, і підвергнути своє життя ризику.

10. Дрони корисні фахівцям нафтогазової галузі для перевірки та управління такими об'єктами, як нафтопереробні заводи, резервуари для зберігання, морські бурові установки та димові труби, з мінімальним часом простою та без шкоди для безпеки персоналу. Дрони задіють у роботах підвищеної небезпеки: оцінка роботи факельних установок НПЗ, оцінка парових систем, визначення недоліків у конструкціях, визначення несправності фланців, виявлення деформацій.

11. БПЛА можуть бути використані для перевірок в енергетичній сфері для огляду та керування лініями електропередачі (ЛЕП) з підвищеною швидкістю, ефективністю та безпекою при скороченні трудовитрат. Використовуючи дрон, інспектори ЛЕП можуть: оцінити стан компонентів ЛЕП без підйому робітників на висоту, швидше охоплювати великі території, що збільшує кількість оглянутих ЛЕП та досягати важкодоступних місць, проводити перевірки з безпечної відстані.

12. Перевірка роботи вітряних турбін за допомогою дронів дозволяє отримати візуальне та термографічне зображення стану компонентів вітрової турбіни. Головною перевагою є безпечне

робоче середовище, скорочення часу простою, висока якість зображень та відео, доступ до важкодоступних місць та динамічна зйомка.

13. Інспекції, за яких потрібна робота з хімічно агресивними речовинами, це ризикована справа. Дрони допомагають у проведенні таких перевірок, скорочуючи необхідність доступу людей на об'єкт.

Дрони можуть нести спеціальні детектори, які допомагають у проведенні перевірок, виявляючи хімікати або радіацію. Дрони можна використовувати для огляду: труб, реакторів, резервуарів для зберігання, теплообмінників, силосів та бункерів для зберігання.

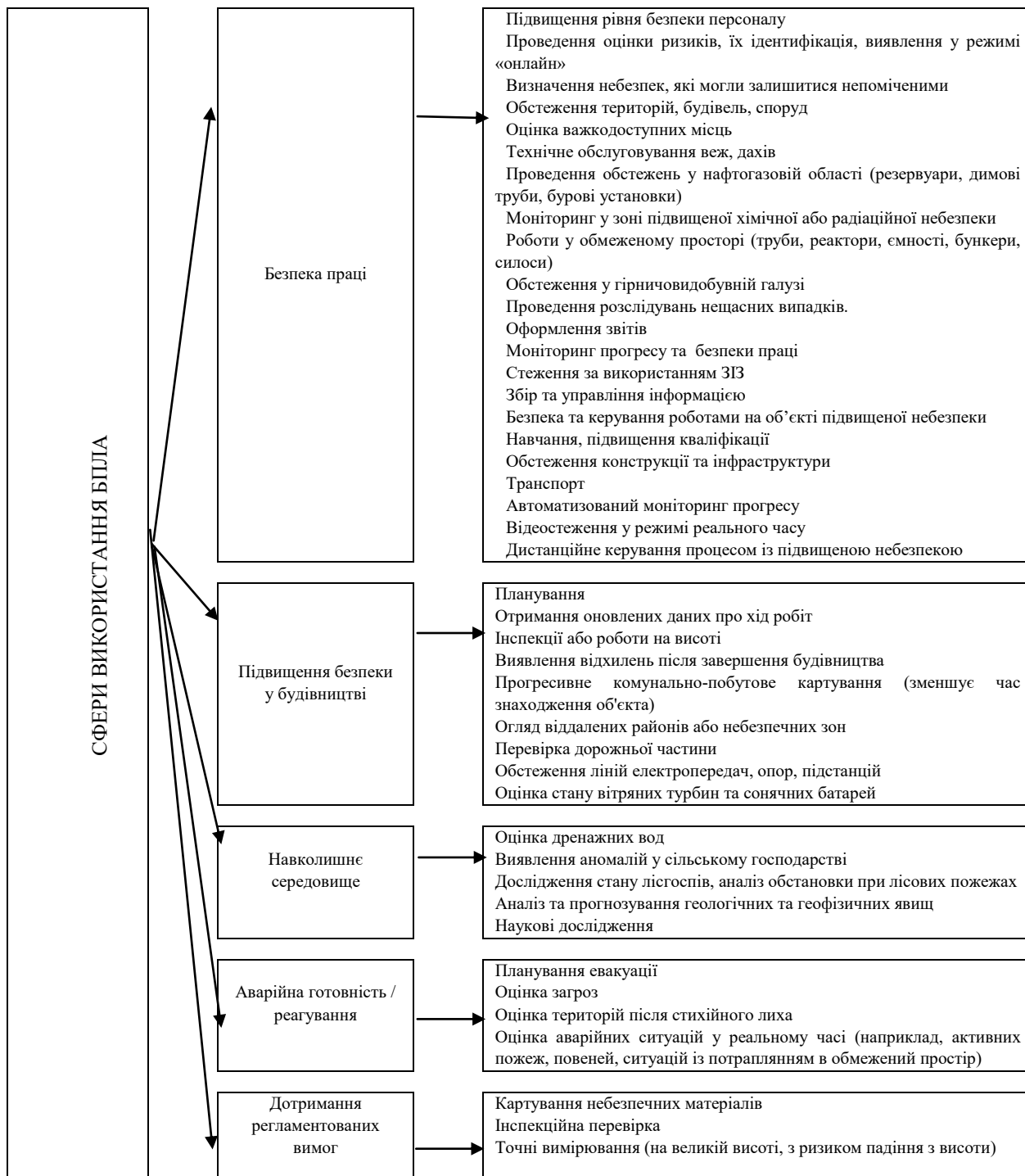


Рис. 1. Сфери застосування БПЛА

14. Розслідування нещасного випадку або аварії із допомогою дронів. БПЛА допоможуть оперативно отримати інформацію, обстежити місце

нещасного випадку, якщо це відноситься до важкодоступних місць.

15. Обстеження за допомогою безпілотного

літального апарату із зум-камерою забезпечує високий рівень деталізації, що дозволяє знаходити дрібні дефекти, іржу або відсутні деталі. Ці дані можна отримати дистанційно, уникаючи небезпечних та трудомістких робіт. Наприклад, перевірки за допомогою дронів у гірничодобувній промисловості скоротять небезпечні роботи в шахтах. Можна оцінити стан ґрунту без ризику для персоналу, оцінити цілісність та спланувати технічне обслуговування підземної шахти.

БПЛА впораються із завданням інспекції в обмеженому/замкненому просторі в нафтогазовій, будівельній та гірничодобувній промисловостях, що пов'язано з певним ризиком у трубах, повітропроводах, димарях та тунелях.

16. Наукові інспекції за допомогою дронів у небезпечних районах. Наприклад, вивчення вулканів або перевірка рівня радіації в Чорнобилі: дрони можуть надати актуальну інформацію про місця з найбільшим забрудненням, а також виявити осередки радіації, що раніше не виявлені.

17. Дрони ефективні для огляду дахових

конструкцій, що підвищує безпеку та ефективність. Дрон замінить необхідність використання канатного доступу, що дозволило заощадити час та підвищити безпеку. Переваги БПЛА та роботів у зниженні людського ризику, поліпшенні збору даних та підвищенні продуктивності цілком очевидні; однак, необхідно ретельно оцінити небезпеки цих технологій, щоб гарантувати, що пристрої можна безпечно використовувати в конкретних програмах. БПЛА можуть становити небезпеку зіткнення, а невдало обрана траєкторія польоту може призвести до травм людини, значного пошкодження технологічного обладнання або втрати БПЛА.

Визначимо потенційні ризики, які може спричинити робота БПЛА. Вони створюють ризик зіткнення з робітником, можуть відволікати працівників, впливаючи на їх здатність безпечно працювати та піддаючи ризику їх самих або їхніх колег, а також можуть негативно впливати на психологічний стан працівників, стежачи за працею (рис. 2).



Рис. 2. Потенційні категорії ризику взаємодії працівників з БПЛА на виробничих підприємствах

Існує ризик ненавмисної фізичної взаємодії між БПЛА з іншими об'єктами, що потенційно може призвести до нещасних випадків або травм. Ці травми можуть виникнути з кількох джерел, наприклад:

- технічні помилки: помилки апаратного чи програмного забезпечення;
- людські помилки: помилки в навігації;
- фактори навколишнього середовища (погодні умови);

- кібератаки: злом БПЛА з негідною метою.

Отже, БПЛА можуть створювати небезпечні умови, такі як нездатність зупинитися, відхилитися від запланованої траєкторії польоту, летіти з неконтрольованою швидкістю або робити різкий рух, що може призвести до зіткнення або падіння БПЛА та до ненавмисного фізичного контакту. Ротори БПЛА, що швидко рухаються, можуть генерувати пориви вітру, що призводить до викидів твердих частинок ґрунту, піску, гравію. Це може

порушити роботу датчиків БПЛА або безпосередньо вплинути на здоров'я та безпеку працівників.

Зокрема, нижче наведено різні типи ризиків фізичного контакту, які представляють БПЛА на будівельних майданчиках:

- Зіткнення з літаючим або падаючим об'єктом.
- Травмування ротором БПЛА (рук, пальців).
- Аварії, що викликані БПЛА (наприклад при зіткненні дронів із ЛЕП під напругою).
- Викиди пилу та твердих частинок із-за роботи роторів, що призведе до порушення функції легенів.

Більшість БПЛА використовуються для моніторингу, їхні датчики фіксують діяльність працівників. Ця можливість створює у працівників відчуття «стеження» і може призвести до тривоги та стресу, що негативно впливає на психічне здоров'я.

Таким чином, питання безпеки БПЛА на виробництві можна загалом окреслити такими небезпеками: ризик фізичного контакту, втрата уваги, психологічний вплив.

Висновки

Застосування передових технологій у галузі безпеки на виробництві може надати практичний засіб для служби охорони праці для моніторингу та контролю функціонування СУОП. У дослідженні вивчено способи використання дронів для підвищення рівня безпеки, а також ідентифіковано ризики використання БПЛА: ризик фізичного контакту, втрата уваги, психологічний вплив, але переваги від використання дронів можуть бути набагато вагоміші, тому слід детально вивчити безпеку використання дронів, додати зміни у відповідні нормативно-правові документи з охорони праці та поступово впроваджувати провідні технології задля покращення умов праці.

Література

1. *Bracing for 2020: Past, Present, and Future of Drones in Construction* [Electronic resource] PROPELLER, 2020. Retrieved from: www.propelleraero.com.
2. Крайнюк О.В. SWOT - Аналіз впровадження цифрових технологій для забезпечення безпеки праці [Текст] / Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Барбашиш В.В. // *Комунальне господарство міст.* - 2021. - Т. 3(163). - С. 234-238. DOI 10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238.
3. Крайнюк О.В. Перспективи диджиталізації у сфері охорони праці [Текст] / Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Барбашиш В., Діденко Н.В. // *Комунальне господарство міст.* - 2020. - Т. 6(159). - С. 130-138. DOI 10.33042/2522-1809-2020-6-159-130-138.
4. Крайнюк, О. Використання технологій віртуальної та доповненої реальності для забезпечення безпеки праці. [Текст] / Крайнюк, О., Буц, Ю., Барбашиш, В., Северинов, О. // *Комунальне господарство міст.* - 2022. - 4(171), 165–172. DOI:10.33042/2522-1809-2022-4-171-165-172.

5. Rachmawati, T.S.N.; Kim, S. *Unmanned Aerial Vehicles tegration with Digital Technologies toward Construction In 4.0: A Systematic Literature Review. Sustainability* [Text].- 2022.- 14.- 5708. DOI:10.3390/su14095708.
6. Gheisari, M.; Rashidi, A.; Esmaeili, B. *Using Unmanned Aerial Systems for Automated Fall Hazard Monitoring. In Construction Research Congress 2018*[Text]. American Society of Civil Engineers.- 2018.- pp. 62–72.
7. Chen, Y.; Zhang, J.; Min, B. *Applications of BIM And UAV To Construction Safety.*[Text] In *Proceedings of the 7th International Construction Conference Jointly with the Construction Research Congress (CRC 2019)*, Laval, QC, Canada, 12–15 June 2019.
8. Alizadehsalehi, S.; Yitmen, I.; Celik, T.; Arditi, D. *The effectiveness of an integrated BIM/UAV model in managing safety on construction sites.*[Text] *Int. J. Occup. Safe. Ergon.*- 2020.- 26.- pp. 829–844.
9. Patel, T.; Suthar, V.; Bhatt, N. *Application of Remotely Piloted Unmanned Aerial Vehicle in Construction Management.*[Text] In *Recent Trends in Civil Engineering; Pathak, K.K., Bandara, J.M.S.J., Agrawal, R., Eds.; Lecture Notes in Civil Engineering; Springer: Singapore.*- 2021.- Vol.77.- pp. 319–329.
10. Manzoor, B.; Othman, I.; Pomares, J.C.; Chong, H.-Y. *A Research Framework of Mitigating Construction Accidents in High-Rise Building Projects via Integrating Building Information Modeling with Emerging Digital Technologies.*[Text] *Appl. Sci.*- 2021.- 11.- 8359.
11. Costa D.B, Melo, R S, Alvares J S, and Bello A A. *Evaluating the Performance of Unmanned Aerial Vehicles for Safety Monitoring* [Text]// In: *Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, Boston, MA, USA.*- 2016.- sect.11 pp. 23–32.
12. Khan, N. A., Jhanjhi, N. Z., Brohi, S. N., Usmani, R. S. A., & Nayyar, A. *Smart traffic monitoring system using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)* [Text] *Computer Communications.*- 2020.- 157, 434–443. doi:10.1016/j.comcom.2020.04.049.

References

1. Bracing for 2020: Past, Present, and Future of Drones in Construction. PROPELLER, 2020. Retrieved from: www.propelleraero.com.
2. Krainiuk O.V., Buts Yu.V., Barbashyn V.V. (2021). SWOT - Analysis of the introduction of digital technologies to ensure labor safety. *Municipal economy of cities*, 3(163), 234-238. DOI10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238.
3. Krainiuk O.V., Buts Yu.V., Barbashyn V., Didenko N.V. (2020). Prospects of digitization in the field of labor protection. *Municipal economy of cities*, 6(159), 130-138. DOI 10.33042/2522-1809-2020-6-159-130-138.
4. Krainiuk, O., Buts, Yu., Barbashyn, V., Severinov, O. (2022). The use of virtual and augmented reality technologies to ensure labor safety. *Municipal economy of cities*, 4(171), 165–172. DOI 10.33042/2522-1809-2022-4-171-165-172.
5. Rachmawati, T.S.N.; Kim, S. (2022). *Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Integration with Digital Technologies toward Construction 4.0: A Systematic Literature Review. Sustainability*, 14, 5708. DOI 10.3390/su14095708.
6. Gheisari, M.; Rashidi, A.; Esmaeili, B. (2018). *Using Unmanned Aerial Systems for Automated Fall Hazard Monitoring. In Construction Research Congress American Society of Civil Engineers: New Orleans, LA, USA*, 62–72.
7. Chen, Y.; Zhang, J.; Min, B. (2019). *Applications of BIM And UAV To Construction Safety. In Proceedings of the 7th International Construction Conference Jointly with the Construction Research Congress*, 12–15 June, 12-15.
8. Alizadehsalehi, S.; Yitmen, I.; Celik, T.; Arditi, D.

(2020).The effectiveness of an integrated BIM/UAV model in managing safety on construction sites. *Int. J. Occup. Safe.Ergon*, 26, 829–844.

9. Patel, T.; Suthar, V.; Bhatt, N. (2021). Application of Remotely Piloted Unmanned Aerial Vehicle in Construction Management. In *Recent Trends in Civil Engineering*; Pathak, K.K., Bandara, J.M.S.J., Agrawal, R., Eds.; *Lecture Notes in Civil Engineering*; Springer: Singapore, 77, 319–329.

10. Manzoor, B.; Othman, I.; Pomares, J.C.; Chong, H.-Y. A (2021).Research Framework of Mitigating Construction Accidents in High-Rise Building Projects via Integrating Building Information Modeling with Emerging Digital Technologies. *Appl. Sci.* 11. 8359.

11. Costa D.B, Melo, R S, Alvares J S, and Bello A A. (2016). Evaluating the Performance of Unmanned Aerial Vehicles for Safety Monitoring // In: *Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, Boston, 11, 23–32.

12. Khan, N. A., Jhanjhi, N. Z., Brohi, S. N., Usmani, R. S. A., & Nayyar, A. (2020).Smart traffic monitoring system using Unmanned Aerial Vehicles *Computer Communications*, 157, 434–443. 10.1016/j.comcom.2020.04.049

Рецензент: доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки факультету радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій Г.В. Фесенко, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «ХАІ», Україна

Автор: КРАЙНЮК Олена Володимирівна

кандидат технічних наук, доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – alenauvarova@ukr.net

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9524-040X>

Автор: БУЦЮрій Васильович

доктор технічних наук, професор

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

E-mail – butsyura@ukr.net

ID ORCID <http://orcid.org/0000-0003-0450-2617>

Автор: БАРБАШИН Віталій Валерійович

кандидат технічних наук, доцент.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова

E-mail – barbachyn@ukr.net

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3262-8305>

Автор: ДІДЕНКО Наталя Вікторівна

кандидат технічних наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – nataly.v.didenko@gmail.com

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3318-438X>

ANALYSIS OF THE SPHERES OF APPLICATION OF UNMANNED AIRCRAFT APPARATUS FOR RESOLVING LABOR SAFETY ISSUES

O. Krainiuk¹, Yu. Buts², V. Barbashyn³, N. Didenko¹

¹Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

²Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Sumy, Ukraine

³O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

An analysis of the use of unmanned aerial vehicles has been provided, and they can be effectively used to monitor and control the implementation of safe working conditions. Recently, there has been a growing trend of using UAVs with various sensors and other digital technologies. Dangers that can be caused by the drones themselves have been identified.

Efficient deployment of drones for security review will require further research, better understanding of how this technology can be deployed for the operation of a security management system.

In this report, an assessment of the number of drones for security checks is presented. The method of work is to develop recommendations on how to check the safety of drones for re-checking the safety and assigning the role of drones for the establishment of administrative tasks of the system for managing the security work on re-checking the safety, revealing that correcting the shortcomings, and protecting the accidents.

There is a risk of unintended physical interaction between UAVs and other objects, potentially leading to accidents or injuries. These injuries can occur from several sources, such as: technical errors: hardware or software errors; human errors: errors in navigation; environmental factors (weather conditions); cyber-attacks: hacking of a UAV with a nefarious purpose. Consequently, UAVs may create hazardous conditions such as the inability to stop, deviate from the planned flight path, fly at uncontrolled speeds or make sudden movements, which may cause the UAV to collide or fall and cause unintended physical contact. UAVs can be a source of distraction or preoccupation. The sight or sound of UAVs can distract workers. It is known that drivers were distracted by drones, which led to accidents.

The application of advanced technologies in the field of occupational health and safety can provide a practical means for the occupational health and safety service to monitor and control the operation of the OSH. The study examined the ways of using drones to increase the level of safety, and also identified the risks of the use of UAVs: the risk of physical contact, loss of attention, psychological impact, but the benefits of using drones can be much more important, so the safety of using drones should be studied in detail, adding changes in relevant regulatory and legal documents on labor protection and gradually introduce leading technologies to improve working conditions.

Keywords: unmanned aerial vehicle; digital development; Occupational Health.