

*Т.Г. Шоріна, к.філос.н., М.А. Абисова, к.філос.н.,  
Т.А. Пода, к.філос.н., Н.А. Ченбай, к.філос.н.,  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

## **Дрони як технологія Індустрії 4.0: переваги та потенційні ризики**

*Розглянуті особливості Індустрії 4.0 в контексті історії промислових революцій. Втілення кіберфізичного принципу роботи зазначено на прикладі технології дронів. Проаналізовані переваги дронів в Індустрії 4.0, а також ризики їх застосування, пов'язані з безпекою польотів, кіберзагрозами, етичними та соціальними наслідками.*

Від початку нового тисячоліття люди стають свідками зародження четвертої промислової революції. Нова індустрія, або Індустрія 4.0., що з'являється, історично підготовлена всіма попередніми етапами індустріального розвитку й спирається на їх ключові здобутки та інновації.

Досягненнями першої промислової революції (кінець XVIII – початок XIX століття) були механізація виробництва із використанням води та пари. Завдяки цьому етапу було створено машинобудування та впроваджено механічні верстати.

Друга промислова революція (кінець XIX - початок XX століття) була пов'язана з масовим виробництвом, конвеєрними лініями та використанням електрики. Така індустрія значно прискорила темпи виробництва, з'явилася хімічна та електротехнічна промисловості.

Третя промислова революція припадає на другу половину XX століття і характеризується впровадженням електроніки, інформаційних технологій та автоматизацією виробництва. Застосування комп'ютерних систем та роботизації кардинально змінило процеси управління виробництвом.

Власне, поточний етап розвитку технологій інтегрує досягнення всіх попередніх етапів, додаючи нові технологічні можливості і змінюючи саму природу виробництва та економічної взаємодії. Концепція четвертої промислової революції (Індустрія 4.0) була вперше представлена на Ганноверському ярмарку у 2011 році групою німецьких вчених, інженерів та економістів. Основну роль у її розробці грали експерти з німецьких промислових і наукових кіл, насамперед, Академії інженерних наук Німеччини та інші великі організації. Але ключовий внесок у популяризацію та поширення цієї концепції належить Клаусу Швабу, засновнику та голові Світового економічного форуму. У своїй книзі «Четверта промислова революція» він підкреслює масштабні зміни, які чекають на світову економіку та суспільство загалом. Зазначимо ключові трансформації.

На відміну від третьої промислової революції, що базувалася на комп'ютерних технологіях та автоматизації, основна особливість Індустрії 4.0 – це інтеграція кіберфізичних систем. Ці системи пов'язують фізичні об'єкти з цифровими мережами, що дозволяє об'єктам взаємодіяти з довкіллям, обмінюватися даними та працювати автономно. Прикладом може бути розумне

виробництво, де машини та роботи не просто запрограмовані, а можуть приймати рішення на основі даних у реальному часі.

Ще одним важливим аспектом є Інтернет речей, який забезпечує зв'язок всіх пристроїв та систем в єдину мережу, що дозволяє збирати та аналізувати великі обсяги даних для оптимізації процесів та прогнозування. У третій революції цифрові технології були розрізненими, тоді як у Індустрії 4.0 вони глибоко інтегровані.

Важлива роль в Індустрії 4.0 належить і роботі з великими даними та використанням штучного інтелекту (ШІ) для прогнозування, оптимізації та автоматизації процесів. Це дозволяє значно підвищити ефективність виробництва, знизити витрати та забезпечити адаптацію до швидких змін у реальному часі.

Трансформації зазнає і роль роботів. Хоча вони використовувалися і в третій промисловій революції, в Індустрії 4.0 вони набувають нових можливостей завдяки машинному навчанню та штучному інтелекту. Тепер роботи можуть навчатися, приймати рішення та взаємодіяти з іншими машинами та людьми на вищому рівні.

Ще однією унікальною технологією Індустрії 4.0 є концепція цифрових двійників – точних віртуальних моделей фізичних об'єктів. Вони використовуються для моніторингу, прогнозування та оптимізації роботи обладнання та систем.

Отже, Індустрія 4.0 є наступним кроком, де відбувається повна інтеграція фізичного та цифрового світів через кіберфізичні системи, ШІ та Інтернет речей.

Дрони є однією з революційних технологій Індустрії 4.0. Це безпілотні літальні апарати (БПЛА), які втілюють окреслені принципи Індустрії 4.0., такі як автономні системи, кіберфізичні системи, штучний інтелект (ШІ) та Інтернет речей (IoT) для виконання різних завдань.

Так, дрони в рамках Індустрії 4.0 не просто управляються вручну, а часто працюють повністю автономно, використовуючи системи ШІ для аналізу навколишнього середовища, прийняття рішень та виконання завдань без втручання людини. Наприклад, дрони можуть використовувати ШІ для маршрутизації, уникнення перешкод і самостійного виконання місій, таких як моніторинг або доставка.

Дрони можуть бути частиною більшої мережі розумних пристроїв. Завдяки Інтернету речей дрони можуть взаємодіяти з іншими машинами, сенсорами та хмарними системами. Це дозволяє обмінюватися даними в режимі реального часу, відстежувати їх дії, отримувати інформацію про стан середовища та виконувати завдання з високою точністю.

Як частина кіберфізичних систем дрони взаємодіють із фізичним середовищем через датчики та камери. Вони збирають дані про температуру, вологість, місцезнаходження, рух та інші показники. Ці дані обробляються та аналізуються в реальному часі з використанням алгоритмів машинного навчання, що дозволяє їм коригувати свою роботу на основі навколишніх умов.

Велика кількість даних, що збирається дронами, може бути оброблена за допомогою технологій великих даних. Це допомагає покращити прогнози та

оптимізувати процеси. Наприклад, у сільському господарстві дрони аналізують стан полів, що дозволяє фермерам точніше оцінювати потреби у зрошенні чи добривах.

Завдяки своїм технічним та фізичним характеристикам дрони можуть бути використані у різних промислових секторах (військовому секторі, енергетиці, транспорті, сільському господарстві, секторі охорони та безпеки та ін.), так і галузях, що недоступні для задіяння роботи людей. Вони відкривають нові горизонти для підвищення ефективності та безпеки у різних галузях.

Водночас використання дронів пов'язане з низкою потенційних небезпек та ризиків. Ці ризики включають як технологічні, соціальні, так і правові та етичні аспекти. Зазначимо деякі з них.

Одним із основних ризиків є небезпека зіткнень дронів з іншими об'єктами – літаками, гелікоптерами, будинками, транспортними засобами чи людьми. Особливо це важливо у міському середовищі та при використанні дронів у публічних місцях. Неправильне керування дроном або збій у системі може призвести до аварії, травм людей або пошкодження інфраструктури.

Дрони можуть стати метою кібератак, оскільки вони часто підключені до Інтернету та інших мереж через Інтернет речей (IoT). Злом дронів може призвести до крадіжки даних, зміни їх маршруту або використання шкідливих дій. Наприклад, зловмисники можуть перехопити керування дроном для здійснення шпигунства, саботажу або навіть атак на критичні об'єкти.

Використання дронів може створювати ризики порушення конфіденційності, особливо при використанні дронів у густонаселених районах або в комерційних цілях, оскільки можуть збирати величезні обсяги даних через камери, мікрофони та сенсори. Наприклад, дрони можуть бути використані для незаконного спостереження за приватними територіями або об'єктами, що викликає побоювання щодо захисту персональних даних та права на приватне життя.

Одним із серйозних ризиків є використання дронів у незаконних та злочинних цілях, таких як контрабанда, доставка наркотиків, вибухових речовин або заборонених предметів. Дрони можуть бути застосовані для атак на стратегічно важливі об'єкти, включаючи державні установи, промислові об'єкти та громадські заходи.

Ризики правового плану пов'язані з тим, що правила використання дронів часто не встигають за їх швидким технологічним розвитком. Виникають проблеми з регулюванням польотів дронів, їх реєстрацією, а також із забезпеченням безпеки та дотриманням правових норм. Нестача чіткого правового регулювання може призвести до виникнення правових колізій, коли користувачі або компанії не нестимуть відповідальності за завдану шкоду або порушення прав інших осіб.

Застосування дронів викликає і безліч етичних питань. Наприклад, використання дронів для спостереження або моніторингу людей без їхньої згоди може порушувати їхні права. Існує також ризик, що автоматизація процесів, пов'язана із застосуванням дронів, призведе до скорочення робочих місць у таких галузях, як логістика чи сільське господарство, що може спричинити соціальні протести та напруженість.

Наявні і, власне, ризики технічного характеру, пов'язані з вірогідністю технічних збоїв та помилок у програмному забезпеченні. Оскільки дрони

залежать від складних систем навігації, датчиків та програмного забезпечення, то Технічні збої або помилки в цих системах можуть призвести до збою польоту, аварій та поломок. Це особливо небезпечно, якщо дрон використовується для критично важливих завдань, наприклад у сфері охорони здоров'я або в рятувальних операціях.

Так само, незважаючи на те, що дрони в рамках Індустрії 4.0 мають високий рівень автономності, поточні технології не завжди забезпечують повну надійність у складних ситуаціях. Наприклад, дрон може неадекватно реагувати на непередбачувані погодні умови або раптові зміни у навколишньому середовищі.

Отже, технологія дронів у межах індустрії 4.0, дійсно, відкриває нові можливості, але і несе ризики для безпеки та захисту як людей, так і інфраструктури. З метою підвищення культури безпеки використання технології дронів необхідно впроваджувати комплекс заходів, що включають правові, технічні, освітні та організаційні питання. Ці заходи мають бути спрямовані на запобігання інцидентам, мінімізацію ризиків та забезпечення відповідального використання дронів у різних сферах. Це тим більше важливо, коли йдеться про військові цілі використання дронів. Військові операції із застосуванням дронів повинні суворо дотримуватися норм міжнародного гуманітарного права, що включає захист цивільного населення, запобігання заподіяння шкоди мирним жителям, інфраструктурі та навколишньому середовищу. Важливо розробити суворі протоколи для оцінки цілей, мінімізації побічної шкоди та запобігання випадковим атакам на цивільні об'єкти.

Для регулювання застосування дронів у військових цілях так само потрібні міжнародні угоди, які встановлюють чіткі правила їх використання.

Одним із ключових питань у використанні дронів у мілітаристських цілях є ступінь їхньої автономності. Важливо зберегти людський контроль над бойовими дронами, особливо у питаннях прийняття рішень про завдання ударів.

Повністю автономні дрони, які можуть самостійно вибирати цілі, викликають серйозні етичні та правові побоювання, оскільки вони можуть приймати невірні рішення в умовах невизначеності чи нестачі даних. Тому важливим кроком є впровадження систем, де рішення завжди приймає людина-оператор, ґрунтуючись на даних дрону.

Отже, підвищення культури безпеки використання дронів в будь-якій сфері потребує комплексного підходу, що включає суворі правові норми, технічні стандарти, обов'язкове навчання операторів та інформування громадськості. Всі ці заходи в сукупності створюють умови для відповідального та безпечного використання дронів як у цивільних, так і у комерційних та військових цілях.

### Список літератури

1. Schwab Klaus. The Fourth Industrial Revolution. Publisher World Economic Forum. – 2016. – 184 p.
2. Quattrococchi B., Calabrese M., Iandolo F., Mercuri F. Industry Dynamics and Industry 4.0: Drones for Remote Sensing Applications. 1st Edition. Routledge. – 2024. – 142 p.