

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/D2026-86-286>

УДК 174:631.3-051:331.522.4

ПРОФЕСІЙНА ЕТИКА ІНЖЕНЕРА-КОНСТРУКТОРА В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ ШІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

PROFESSIONAL ETHICS OF A DESIGN ENGINEER IN THE CONTEXT OF AUTOMATION AND AI IMPLEMENTATION IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Сисоліна Ірина Петрівнакандидат технічних наук, доцент,
Центральноукраїнський національний технічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2168-6553>**Сисоліна Наталія Петрівна**кандидат економічних наук, доцент,
Центральноукраїнський національний технічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0101-8854>**Sysolina Iryna, Sysolina Nataliia**

Central Ukrainian National Technical University

У статті проведено дослідження трансформації ролі інженера-конструктора в умовах цифровізації АПК, обґрунтовано його перехід від розробника механізмів до архітектора інтелектуальних систем. Визначено, що впровадження штучного інтелекту (ШІ) вимагає дотримання принципів прозорості та пояснюваності алгоритмів для уникнення проблеми «чорної скриньки». Особливу увагу приділено етичному обов'язку фахівця щодо забезпечення кібербезпеки та екологічної стійкості техніки, де пріоритет безпеки має переважати над миттєвою економічною вигодою. Авторами акцентовано на важливості антикорупційної стійкості в інженерному менеджменті та раціональному використанні ресурсів. Розглянуто соціальні наслідки автоматизації та запропоновано концепцію людино-орієнтованого ШІ (Human-Centric AI), що спрямована на підвищення продуктивності праці без повної заміни людини машиною. Доведено, що професійна доброчесність є необхідним засобом реалізації соціальної відповідальності інженерії, забезпечуючи надійність критичної інфраструктури та сталий розвиток суспільства.

Ключові слова: інженерна етика, штучний інтелект, професійна доброчесність, цифровізація АПК, соціальна відповідальність, кібербезпека, сталий розвиток.

The article includes a study the transformation of the design engineer's role in the digital era: professional integrity and social responsibility. This research explores the fundamental shift in the professional paradigm of design engineering triggered by the rapid digitalization of the agro-industrial complex and the integration of Artificial Intelligence (AI). The study argues that the modern engineer has evolved from a traditional "developer of mechanisms" into an "architect of intelligent systems." This transformation introduces a new tier of ethical responsibility regarding the behavior of autonomous machines in unpredictable field environments, where algorithmic errors can lead to significant economic losses or irreversible environmental damage. A central focus is placed on the principle of Explainability (XAI), addressing the "black box" dilemma. The authors asserts that engineers have a moral obligation to ensure high levels of interpretability in AI-driven decisions, such as differentiated fertilization or automated object recognition, making the logic transparent for auditors and end-users. Furthermore, the paper prioritizes cybersecurity and system reliability over short-term economic gain. By adopting "Security by Design," engineers protect critical agricultural infrastructure from cyber-attacks and technological disasters, fulfilling their duty to safeguard public interests. The study also integrates the concept of anti-corruption resilience into engineering management. It highlights that professional integrity is essential for transparent procurement and the prevention of lobbying for low-quality equipment, which is vital for the reliability of critical assets. Within the context of the "Ecological Imperative," the research emphasizes designing systems that minimize anthropogenic impact on soil and reduce carbon footprints as a form of responsibility toward future generations. Finally, the social consequences of large-scale automation are analyzed. While acknowledging the risk of labor displacement for low-skilled workers,



the authors proposes a "Human-Centric AI" approach. In this model, technology does not replace the human element but serves as an advanced tool to enhance labor productivity and occupational safety. The research concludes that social responsibility is the ultimate goal of engineering, while professional integrity is the indispensable means of achieving it, ensuring that technical mastery remains a safe and progressive instrument for society.

Keywords: engineering ethics, artificial intelligence, professional integrity, agricultural digitalization, social responsibility, cybersecurity, human-centric AI, sustainable development.

Постановка проблеми. Стрімка цифровізація агропромислового комплексу та інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у сільськогосподарське машинобудування докорінно змінюють ландшафт сучасної інженерної діяльності. Сучасна місія сучасного інженера - гармонізувати складні технологічні системи з інтересами людства, забезпечуючи сталий розвиток через особисту професійну честь. Цей підхід зумовлює появу нових викликів, де технічна досконалість має бути нерозривно пов'язана з етичною відповідальністю та професійною доброчесністю.

В умовах жорсткої ринкової конкуренції виникає конфлікт між прагненням до економічної вигоди та необхідністю гарантування безпеки, екологічності та прозорості технологій. Впровадження автономних машин, що приймають рішення у непередбачуваних польових умовах, вимагає від фахівця не лише високої кваліфікації, а й стійкої антикорупційної позиції, здатності дотримуватися принципів соціальної відповідальності та захисту прав кінцевого споживача. Проблема «чорної скриньки» алгоритмів ШІ, питання власності на великі дані та ризики кіберзагроз перетворюють інженерну етику з абстрактної категорії на фундаментальний інструмент управління ризиками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці професійної етики інженера-конструктора в умовах автоматизації та використання ШІ в агропромисловому комплексі присвячено не так багато робіт, оскільки це питання набирає оберти.

Ткачук В., Мазур О. зосереджують увагу на відповідальності конструктора за помилки алгоритмів у системах автономного керування [3].

Особливу увагу необхідно приділити фундаментальній роботі Müller, що оновлюється та задає стандарти етики для інженерів-конструкторів [8].

Шевченко А. А., Петренко О. П., Косик Д. В. дослідили успішні кейси впровадження ШІ в аграрному секторі провідних країн світу та на великих українських аграрних підприємствах, зокрема виділено відмінності застосування

ШІ українських підприємств від світових лідерів [4].

Hui J. C. досліджував сферу інженерної етики, включаючи традиційні підходи, а також сучасні ідеї [5].

Catalano G.D. проводив аналіз останніх досліджень спрямованих на розробку додаткових парадигм для етичного прийняття рішень, включаючи ті, що базуються на свободі, хаосі, концепції морально глибокого світу, глобальній етиці [5].

Baligar P., & Joshi G. присвятили роботу дослідженню вирішенню проблем навчання студентів-інженерів, пов'язаних з інженерною етикою [5], Zhu Q., Clancy R. - рольового підходу до навчання професійній етиці студентів-інженерів [9].

Отже, питання етики інженера-конструктора в умовах автоматизації та використання ШІ як взагалі, так і в агропромисловому комплексі актуальні й розглядаються з різних точок зору, проте потребують подальших досліджень.

Формулювання цілей статті. Мета дослідження полягає в обґрунтуванні ролі професійної доброчесності як базового компонента інженерного менеджменту в цифрову епоху. Соціальна відповідальність є стратегічною метою інженерії, а доброчесність - ключовим засобом її досягнення, що забезпечує сталий розвиток галузі та довіру суспільства до новітніх технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Інноваційний розвиток відбувається як в сільськогосподарському машинобудуванні [2], так і в технологіях аграрного виробництва [1].

Сучасна автоматизація та впровадження штучного інтелекту (ШІ) докорінно змінюють статус інженера-конструктора. Сьогодні він перестає бути просто «розробником механізмів» і стає «архітектором інтелектуальних систем».

Раніше фокус був на кінематиці, міцності та матеріаломісткості. Тепер конструктор повинен інтегрувати ці параметри в єдине інформаційне середовище, де «залізо» є лише виконавчим органом цифрового «мозку».

Делегування прав прийняття рішень машині (наприклад, безпілотному трактору або комбайну) накладає на фахівця нову відповідальність. У непередбачуваних польових умовах (мінливий рельєф, поява перешкод, погодні аномалії) алгоритмічна помилка виходить за межі простої технічної несправності.

Це накладає на фахівця нову етичну відповідальність за поведінку автономних машин у непередбачуваних умовах, де алгоритмічна помилка може призвести до значних економічних збитків або екологічної шкоди.

Якщо поломка деталі зупиняє одну машину, то системна помилка в коді управління може призвести в сільськогосподарському машинобудуванні до порушення технологічних карт, перевитрати посівного матеріалу чи палива, надмірного внесення пестицидів або витік хімікатів через хибну команду сенсорів.

Проблема «чорної скриньки» (Black Box) - коли ШІ видає результат, але не пояснює його логіку - є критичним бар'єром для впровадження інновацій в агротехніці. Інженер-конструктор повинен забезпечувати високий рівень інтерпретованості рішень, що приймаються ШІ, проектувати системи так, щоб рішення ШІ були прозорими. Наприклад, при диференційованому внесенні добрив система має не просто змінювати дозу, а візуалізувати для оператора фактори, що на це вплинули (індекс NDVI, рівень вологості, історія врожайності ділянки).

Конструктор несе моральну та професійну відповідальність за те, щоб логіка роботи ШІ була зрозумілою для кінцевого користувача (аграрія) та піддавалася аудиту.

Конструктор відповідає за створення «контрольних точок» у логіці ШІ. Це дозволяє провести аудит у разі інциденту. Логіка роботи машини має бути зрозумілою для аграрія, щоб він міг довіряти автоматичі, але водночас мав інструменти для ручного втручання.

Пояснюваність алгоритмів знімає психологічний бар'єр перед використанням складних систем. Якщо фермер розуміє, чому робот обрав саме таку траєкторію або режим роботи, рівень технологічної безпеки зростає.

У ланцюжку «програміст – конструктор – ШІ – оператор» виникає ризик розмивання відповідальності за аварії. Конструктор нового покоління має виступати гарантом безпеки, створюючи механізми Fail-Safe (відмовобезпеки) – технічних обмежень, які не дозволять ШІ прийняти рішення, що суперечить нормам безпеки чи фізичним можливостям машини.

Тобто прозорість алгоритмів – це також запобіжник проти прихованих маніпуляцій у технічних системах.

Штучний інтелект в інженерії – це не лише математика, а й соціальний арбітр.

Проектуючи системи ШІ для АПК чи логістики, інженери несуть відповідальність за відсутність прихованої дискримінації. Технології мають бути інклюзивними, враховуючи потреби різних груп користувачів.

Захист даних користувача від злону та маніпуляцій стає частиною «професійної клятви» інженера. Стійка до атак система – це гарантія того, що технологія не буде використана проти людини.

У сучасному агромашинобудуванні швидкість виходу на ринок (Time-to-Market) часто стає вирішальним фактором конкуренції. Проте, етика інженера-конструктора в цифрову епоху встановлює жорсткий бар'єр: жодна комерційна перевага не може виправдати ризики, пов'язані з недостатнім тестуванням інтелектуальних систем.

Оскільки сучасна агротехніка інтегрована в глобальні мережі (IoT, хмарні сервіси), вона стає об'єктом кіберзагроз. Злам системи управління безпілотним трактором або обприскувачем – це не просто втрата даних, а ризик перетворення багатотонної машини на некерований об'єкт. Етика вимагає впровадження безпеки на рівні конструкції, а не як додаткового модуля.

Сільськогосподарська техніка сьогодні – це частина продовольчої безпеки держави. Конструктор має усвідомлювати, що вразливість його коду може стати інструментом для масштабних диверсій у аграрному секторі.

Інженерна доброчесність виходить за межі гарантійного терміну експлуатації. Сучасний конструктор повинен закладати методи розбирання та переробки матеріалів ще на етапі креслення. Об'єкт не може вважатися успішним, якщо він створює проблему накопичення відходів для майбутніх поколінь.

Впровадження енергоефективних рішень – це не лише данина екологічним трендам, а фундаментальна турбота про майбутнє. Ресурсозбереження сьогодні забезпечує економічну свободу та екологічну стабільність завтра.

Етична відповідальність конструктора поширюється на збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Навіть якщо розробка складних алгоритмів для контролю тиску на ґрунт чи точкового внесення гербіцидів здорожчує проєкт, інженер

повинен наполягати на їх впровадженні. Це боротьба з ерозією та деградацією земель, що є ціннішими за миттєвий прибуток. Тобто пріоритетом повинна стати мінімізація антропогенного впливу.

Розумна машина повинна бути запрограмована на "ощадливе ставлення" до екосистеми. Це включає оптимізацію маршрутів для зменшення викидів CO₂ та алгоритми, що запобігають хімічному забрудненню через збої в роботі форсунок.

Економічну ефективність таких інженерних рішень можна виразити через функцію:

$$E_{ек} = (\Delta R_{опт} + \Delta C_{риз} + \Delta L_{гр}) - (I_{дін} + C_{циф})$$

де $\Delta R_{опт}$ – економія ресурсів за рахунок точних алгоритмів;

$\Delta C_{риз}$ – відвернені збитки від кіберзагроз та аварій;

$\Delta L_{гр}$ – капіталізована вартість збереженої родючості ґрунту;

$I_{дін}$ – додаткові інвестиції в розробку складніших етичних систем;

$C_{циф}$ – витрати на підтримку цифрової інфраструктури.

Інженер часто перебуває під тиском менеджменту, який вимагає здешевлення конструкції. Етичний кодекс фахівця має передбачати механізми інформування про критичні недоліки, якщо технічна недосконалість приховується заради маркетингових показників.

Коли постає вибір між збереженням комерційної таємниці (або репутації фірми) та розкриттям критичного дефекту, інженерна честь вимагає обрати суспільне благо.

Повідомлення про потенційну небезпеку на етапі проєктування є значно ефективнішим, ніж розслідування катастроф. Це формує культуру «відкритої безпеки», де помилка сприймається не як привід для покарання, а як об'єкт негайного усунення.

Важливим аспектом розгляду сучасного інженерного менеджменту є комплаєнс (англ. compliance), тобто відповідність будь-яким внутрішнім або зовнішнім вимогам чи нормам, з точки зору антикорупції.

В інженерному менеджменті корупція дорівнює технічній деградації. Професійна чесність унеможливорює використання «відкатів» або лобювання інтересів поставальників низькоякісних комплектуючих. Будь-яке штучне завищення вартості робіт або використання некондиційних матеріалів підриває надійність критичної інфраструктури (енергомереж, мостів, систем водопостачання).

Конструктор не має права перебільшувати можливості автономності машин у технічній документації. Етично важливо чітко окреслювати межі застосування алгоритмів (наприклад, неможливість роботи на певних типах ґрунтів або при специфічному освітленні), щоб уникнути помилкових очікувань користувача, які можуть призвести до аварій.

Автоматизація в АПК часто базується на великих даних (Big Data). Етичне питання полягає в тому, кому належать дані, зібрані машиною: фермеру, виробнику техніки чи розробнику програмного забезпечення. Тобто виникає гострий етичний конфлікт між корпоративними інтересами та правами власників техніки.

Машина під час роботи збирає гігабайти інформації: від складу ґрунту до паливних показників двигуна.

Виникає етичне питання: Чи має право виробник техніки використовувати дані про врожайність поля фермера для власної аналітики без його явної згоди? Конструктор повинен закладати в архітектуру систем механізми розділення технічних даних (необхідних для сервісу) та комерційно чутливих агрономічних даних.

Етичний обов'язок інженера – сприяти розвитку ISOBUS та інших протоколів сумісності. Це запобігає створенню "цифрових в'язниць", де техніка різних брендів не може працювати в одній мережі.

Інженер не повинен використовувати програмні блоки (DRM) як засіб примусу до обслуговування лише у офіційних дилерів. Етика вимагає проєктувати системи, які дозволяють фермеру самостійно здійснювати базову модернізацію та ремонт, забезпечуючи життєздатність техніки у віддалених районах.

Масштабна автоматизація – це не лише технологічний прорив, а й серйозний виклик для сільських громад, де механізація може спричинити технологічне безробіття.

Замість повної заміни людини машиною, конструктор має фокусуватися на концепції розширений інтелект.

Техніка має проєктуватися так, щоб перетворювати низькокваліфіковану працю на інтелектуальну. Замість "водія трактора" має з'явитися "оператор агросистем". Конструктор відповідає за створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів, які дозволяють місцевим працівникам швидко опанувати нові технології.

Пріоритетом є вилучення людини з небезпечних зон (робота з пестицидами, важкі

фізичні умови) та делегування цих завдань роботам.

Інженер-конструктор має усвідомлювати, що надмірна складність техніки може зробити її доступною лише для великих агрохолдингів, знищуючи мале фермерство. Соціально відповідальне проектування передбачає створення рішень, які є економічно та технічно доступними для різних категорій господарств, що сприяє збереженню соціальної інфраструктури села.

Масштабна автоматизація несе ризик соціального відчуження низькокваліфікованих працівників, і інженер не може ігнорувати цей наслідок. Етика конструктора полягає у створенні людино-орієнтованих систем. Технологія повинна не витіснити людину, а звільнити її від небезпечної, виснажливої або рутинної праці.

ШІ та автоматизація мають стати інструментами, що розширюють можливості працівника, підвищуючи його безпеку та професійну значущість. Це створює нову модель «людина + машина», де техніка виступає інтелектуальним підсилювачем, а не конкурентом.

Висновки. Впровадження ШІ в агропромисловий комплекс вимагає від інженера-конструктора не лише глибоких технічних знань, а й високого рівня етичної свідомості.

Культура доброчесності та технологічна відповідальність стають такими ж важливими елементами професійної придатності, як і навички моделювання чи програмування.

Це формує повну модель "Інженера 4.0", який відповідає не лише за міцність сталевих конструкцій, а й за цифрову та соціальну справедливість у своїй галузі.

Хоча розробка "етичного" та "пояснюваного" ШІ здорожчує вартість проектування на 10–15%, у процесі експлуатації (протягом 5–7 років) така техніка виявляється на 30% вигіднішою за рахунок меншої кількості аварій, відсутності монопольних обмежень та збереження екологічного потенціалу угідь.

Людино-орієнтовані системи не замінюють людину, а роблять її в 2-3 рази ефективнішою, що дозволяє бізнесу масштабуватися без пропорційного збільшення штату.

Таким чином, нова модель професійної поведінки «Інженера 4.0» демонструє технічну майстерність, яка стає безпечним і корисним інструментом лише за умови її поєднання з моральними зобов'язаннями перед суспільством. Такий підхід дозволяє не лише створювати конкурентоспроможну техніку, а й забезпечувати капіталізацію довіри до інноваційних брендів на світовому ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Пронько Л. М., Змієвець Д. Л. Використання аграрними підприємствами штучного інтелекту. *Актуальні проблеми економіки*. № 4 (286), 2025. С. 130-138. DOI:10.32752/1993-6788-2025-1-286-130-138
2. Сисоліна Н.П., Савеленко Г.В., Сисоліна І.П. Проблемні аспекти та перспективи інноваційного розвитку сільськогосподарського машинобудування. *Центральноукраїнський науковий вісник : Економічні науки*, вип. 1 (34). Кропивницький: ЦНТУ. 2018. С. 280-287. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8898> (дата звернення 05.05.2026)
3. Ткачук В., Мазур О. Етичні виклики автоматизації проектування сільськогосподарської техніки. *Економіка, управління та адміністрування*. 2024. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-19](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-19)
4. Шевченко А. А., Петренко О. П., Косик Д. В. Штучний інтелект в рослинництві: успішні кейси аграрних підприємств. *Сучасні детермінанти* 2024. № 47. URL: [https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-19](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-19).
5. Baligar, P., Joshi, G. Engineering Ethics: Decision Making Using Fundamental Canons. *Journal of Engineering Education Transformations*. 2025. <https://doi.org/10.16920/jeet/2017/v0i0/111760>
6. Catalano, G.D. Engineering Ethics. In: *Tragedy in the Gulf. Synthesis Lectures on Engineers, Technology, & Society*. Springer, Cham. 2011. https://doi.org/10.1007/978-3-031-79967-9_3
7. Hui, J. C. Engineering ethics. *Educating in Ethics Across the Professions: A Compendium of Research, Theory, Practice, and an Agenda for the Future*, 2022, 73. https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=g3K-JEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA73&dq=Engineering+Ethics&ots=4Sj6WKYdJX&sig=GW3hzlozMV8QRyHRKWRWz-Bov3c8&redir_esc=y#v=onepage&q=Engineering%20Ethics&f=false (дата звернення 05.05.2026)
8. Müller, V. C. Ethics of Artificial Intelligence and Robotics. 2021/2024 update. <https://plato.stanford.edu/ENTRIES/ethics-ai/> (дата звернення 05.05.2026)
9. Zhu, Q., Clancy, R. Constructing a role ethics approach to engineering ethics education. *Ethics and Education*, 18(2), 2023, 216-229. <https://doi.org/10.1080/17449642.2023.2249740>

REFERENCES:

1. Pronko, L. M., & Zmievets, D. L. (2025). Vykorystannia ahrarnymy pidpriemstvamy shtuchnoho intelektu [The use of artificial intelligence by agricultural enterprises]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 286(4), 130–138. DOI:10.32752/1993-6788-2025-1-286-130-138
2. Sysolina, N. P., Savelenko, H. V., & Sysolina, I. P. (2018). Problemni aspekty ta perspektyvy innovatsiinoho rozvytku silskohospodarskoho mashynobuduvannia [Problematic aspects and prospects of innovative development of agricultural machinery enterprise]. *Tsentralkoukrainskyi naukovyi visnyk: Ekonomichni nauky*, 1(34), 280–287. Available at: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8898> (accessed May 05, 2026)
3. Tkachuk, V., & Mazur, O. (2024). Etychni vyklyky avtomatyzatsii proektuvannia silskohospodarskoi tekhniki [Ethical challenges of automation of agricultural machinery design]. *Ekonomika, upravlinnia ta administruannia*, (2). DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-19](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-19)
4. Shevchenko, A. A., Petrenko, O. P., & Kosyk, D. V. (2024). Shtuchnyi intelekt v roslynnytstvi: uspishni keysy ahrarnykh pidpriemstv [Artificial intelligence in crop production: successful cases of agricultural enterprises]. *Modern Economics*, (47). [https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-19](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-19).
5. Baligar, P., & Joshi, G. (2025). Engineering Ethics: Decision Making Using Fundamental Canons. *Journal of Engineering Education Transformations*. <https://doi.org/10.16920/jeet/2017/v0i0/111760>
6. Catalano, G.D. (2011). Engineering Ethics. In: *Tragedy in the Gulf. Synthesis Lectures on Engineers, Technology, & Society*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-79967-9_3
7. Hui, J. C. (2022). Engineering ethics. *Educating in Ethics Across the Professions: A Compendium of Research, Theory, Practice, and an Agenda for the Future*, 73. Available at: https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=g-3KJEAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA73&dq=Engineering+Ethics&ots=4Sj6WKYdJX&sig=GW3hzlozMV8QRyHRKWR-WzBov3c8&redir_esc=y#v=onepage&q=Engineering%20Ethics&f=false (accessed May 05, 2026)
8. Müller, V. C. Ethics of Artificial Intelligence and Robotics. 2021/2024 update. Available at: <https://plato.stanford.edu/ENTRIES/ethics-ai/> (accessed May 05, 2026)
9. Zhu, Q., & Clancy, R. (2023). Constructing a role ethics approach to engineering ethics education. *Ethics and Education*, 18(2), 216-229. <https://doi.org/10.1080/17449642.2023.2249740>

Дата надходження статті: 24.04.2026

Дата прийняття статті: 19.05.2026

Дата публікації статті: 28.05.2026