



<https://doi.org/10.15407/econindustry2026.03.003>

УДК 338.45:005.216.3:330.341.1:004.9

JEL: L52, O25, O32, O14

Богдан Ігоревич ЛОГВІНЕНКО, д-р філософії з економіки, науковий співробітник

E-mail: bodya00728@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

МОДЕЛЬ ГРАДАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ТОВАРІВ, ПОСЛУГ І РОБІТ ЗА ПРИНЦИПАМИ ІНДУСТРІЇ 4.0

У статті порушено проблему відсутності в Україні зрозумілого та порівнюваного інструменту оцінювання відповідності конкретних виробничих процесів принципам Індустрії 4.0. Запропоновано модель НГТ-4.0, яка переводить якісні характеристики цифровізації, автоматизації, використання даних та інтеграції у формалізовану систему оцінювання. На основі шести вимірів обчислюється індекс базової технологічності та визначається рівень T0—T5 з урахуванням порогових умов. Модель дає змогу відмежувати фрагментарне застосування цифрових засобів від системної технологічної модернізації, порівнювати різні об'єкти та обґрунтовувати рішення у сфері промислової політики.

Ключові слова: промислова політика, смарт-промисловість, Індустрія 4.0, технологічність, локалізація, реєстр, цифровізація.

У сучасних наукових дослідженнях дедалі більше обґрунтовується, що вирішальним чинником повоєнного відновлення України має стати не лише відбудова зруйнованих виробничих потужностей, а й технологічна модернізація промисловості, заснована на принципах Індустрії 4.0. У цьому контексті промислова політика не може обмежуватися підтримкою окремих секторів або компенсацією втрат, вона має створювати умови для розвитку виробництв, здатних працювати в логіці Індустрії 4.0. Саме тому питання ідентифікації смарт-продукції набуває прикладного значення: органи державної влади мають забезпечувати

можливість ідентифікації товарів, послуг і робіт, що створюються із застосуванням цифрових, автоматизованих, інтегрованих та аналітичних технологій, а також тих, які лише формально належать до певної галузі чи товарної групи, але фактично не відповідають принципам Індустрії 4.0. Варто зауважити, що в Україні вже функціонує процедура включення товарів до переліку з підтвердженим ступенем локалізації, що дозволяє збирати дані про виробника, товар, код ЄДРПОУ, КВЕД, технологічні операції, які виконуються на території України, ступінь локалізації, собівартість, імпортні компоненти, конструкторсько-техно-

Цитування: Логвіненко Б. І. Модель градації технологічності товарів, послуг і робіт за принципами Індустрії 4.0. *Економіка промисловості*. 2026. № 3 (115). С. 3—22. <https://doi.org/10.15407/econindustry2026.03.003>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2026. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

логічну документацію, гарантійне та післягарантійне обслуговування, а також наявність сертифіката системи управління якістю. Проте ця система¹ орієнтована передусім на підтвердження економічної та виробничої локалізації, а не на оцінювання технологічності. Актуальність дослідження полягає в тому, що сьогодні держава фактично не має інструменту, який дозволяв би об'єктивно відповісти на запитання щодо відповідності конкретного товару, послуги чи роботи принципам Індустрії 4.0. У результаті рішення щодо стимулювання виробництва, підтримки інновацій або розвитку окремих напрямів промисловості здебільшого приймаються на основі галузевої належності, а не фактичного рівня технологічності.

Проблема оцінювання технологічності перебуває на перетині кількох напрямів досліджень (Ляшенко, Вишневський, 2018): цифрової зрілості підприємств, визначення характеристик продуктів Індустрії 4.0 (Vyshnevskiy, Vozhuk, 2025), статистичної класифікації високотехнологічних секторів і формування інструментів промислової політики. У міжнародній практиці вже запропоновано низку підходів, більшість з яких орієнтовано не на окремий товар, послугу чи роботу, а на підприємство або виробничий майданчик загалом. Одним із найбільш відомих підходів є Індекс зрілості «Індустрія 4.0» від Acatech (Залознова, Чекіна, 2025). Цей індекс описує послідовний перехід від комп'ютеризації, тобто використання цифрових засобів для виконання окремих операцій, до адаптивності, коли система здатна змінювати свою поведінку відповідно до нових умов (Schuh et al., 2020). Логіка цієї моделі є корисною для даного дослідження, оскільки вона показує розвиток виробничої системи від фрагментарної цифровізації до інтегрованих і самоналаштовуваних процесів. Водночас одиницею аналізу залишається підприємство, а не конкретний продукт чи послуга. Іншим важливим інструментом є Smart Industry Readiness Index² (SIRI), призначений

для оцінювання готовності підприємства або виробничого майданчика до Індустрії 4.0. Він охоплює процеси, технології та організацію, а також дає змогу оцінити рівень цифровізації, інтеграції систем, автоматизації та організаційної готовності підприємства. Його перевагою є практична придатність для аудиту виробничих майданчиків, проте SIRI також не є класифікатором конкретних товарів, послуг або робіт для державного реєстру.

В українській науковій літературі проблематика смарт-промисловості представлена кількома взаємопов'язаними напрямками досліджень. Зокрема, обґрунтовано сутність смарт-підприємства, визначено роль цифрових технологій у трансформації промислового виробництва та розкрито особливості переходу до моделі смарт-промисловості (Вишневський, Князев, 2017; Амоша, Нікіфорова, 2019; Вишневський, 2020). Окремими напрямом є дослідження процесів інтелектуалізації виробництва та розвитку людського капіталу як необхідної передумови цифрової трансформації промислових підприємств. Наголошено на посиленні ролі знань, професійних компетентностей, інтелектуального потенціалу працівників і здатності персоналу адаптуватися до технологічних змін (Брюховецька, Чорна, 2019).

Також важливими є дослідження інвестиційних індикаторів технологічного розвитку, механізмів формування індустриальних екосистем та інструментів фінансово-економічного стимулювання смарт-промисловості, де розглянуто передумови інвестування в цифрову модернізацію, взаємодію учасників промислових екосистем, можливості державної підтримки технологічного оновлення виробництва (Дасів, Мадих, Охтень, 2019; Залознова, Чекіна, 2023; Залознова, Чекіна, 2025). Разом з тим наявні наукові напрацювання мають переважно концептуальний характер або зосереджені на оцінюванні технологічної зрілості підприємства загалом. У вітчизняній літературі дотепер не сформовано уніфікованої методики, доведеної до рівня практичного інструменту державного ранжування конкретних товарів, послуг і робіт за ступенем їх технологічності. Наукова новизна запропонованого підходу полягає в перенесенні логіки Індустрії 4.0 на рівень конкретної оцінюваної позиції, якою може бути товар, послуга або робота та рівень

¹ Верховна Рада України (2015). Про публічні закупівлі: Закон України від 25.12.2015 р. № 922-VIII. <https://zakon.rada.gov.ua/go/922-19> (дата звернення: 27.06.2026).

² International Centre for Industrial Transformation (n.d.). Smart Industry Readiness Index: Assessment. <https://incit.org/en/what-we-do/siri/assessment/> (дата звернення: 26.06.2026).

якої буде найбільш придатним для реєстру, закупівель, програм підтримки, локалізації та пріоритизації інноваційної політики.

Метою статті є обґрунтування моделі градації технологічності товарів, послуг і робіт за принципами Індустрії 4.0 та визначення можливостей її практичного застосування як інструменту державної промислової політики.

Методологічна логіка моделі НГТ-4.0

Чинні класифікації технологічної інтенсивності, зокрема підходи Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та Євростату, орієнтовані переважно на сектори економіки й укрупнені групи товарів і використовуються як інструмент міжнародного статистичного аналізу. Однак вони не дозволяють оцінити спосіб створення конкретного товару, надання послуги чи виконання роботи (Hatzichronoglou, 1997). Такі класифікації не дають змоги встановити, яким саме способом створюється конкретний товар, надається послуга або виконується робота. Через це однакові за назвою та призначенням продукти можуть належати до однієї класифікаційної категорії, хоча рівень цифровізації та автоматизації процесів їх виробництва істотно відрізняється. У межах запропонованої моделі одиницею оцінювання виступає конкретний товар, послуга або робота, а предметом оцінювання — технологічний процес їх створення (Вишневський, 2020). Визначається наявність цифрової ідентифікації та відстежуваності, обміну даними між обладнанням та інформаційними системами, структурованого цифрового опису об'єкта, автоматизованого виконання операцій, аналітичної обробки виробничих даних, а також вертикальної, горизонтальної та сервісної інтеграції. Це дозволяє оцінювати не формальну належність продукції до певної галузі, а фактичний рівень упровадження технологій Індустрії 4.0. У даному контексті показовим є приклад, коли один і той самий виріб може виготовлятися на традиційному обладнанні з переважанням ручних операцій або на верстатах із числовим програмним керуванням, оснащених сенсорами та підключених до систем управління виробництвом. У другому випадку дані про перебіг виробничого процесу можуть збиратися в реальному часі, використовувати-

ся для контролю якості, прогнозування технічного стану обладнання та координації з постачальниками і замовниками. Отже, технологічність визначається не самим видом виробу, а сукупністю технологій та організаційних рішень, застосованих у процесі його створення.

З методичної точки зору доцільно розмежувати поняття шкали оцінювання та індексу базової технологічності, оскільки вони характеризують різні етапи реалізації запропонованої моделі (Mittal et al., 2018). Саме тому далі вони розглядаються послідовно: спочатку визначається шкала оцінювання окремих вимірів, потім — порядок розрахунку індексу базової технологічності, а після цього — безпосередньо система градації об'єктів за рівнями технологічності. Такий підхід забезпечує логічну послідовність викладення методики та полегшує її практичне застосування. У контексті вищезазначених наукових проблем пропонується вдосконалити чинну модель, засновану на процесному підході. Тобто має оцінюватися не лише код товару, галузева належність або назва продукції, але і спосіб її створення, оскільки, як зазначено вище, один і той самий продукт може бути виготовлений традиційним способом або з використанням цифрового проектування, автоматизованого обладнання, сенсорного контролю, обміну даними, аналітики та сервісної інтеграції. У першому випадку він не може вважатися смарт-продукцією, у другому — може бути віднесений до вищого рівня технологічності. Модель названо Національною градацією технологічності товарів, послуг і робіт за принципами Індустрії 4.0 (НГТ-4.0). Застосування запропонованого процесного підходу дозволить виявляти високотехнологічні продукти навіть у галузях із відносно невисоким загальним рівнем цифровізації; разом з тим він унеможливило автоматичне віднесення продукції до смарт-категорії лише на підставі її належності до традиційно високотехнологічного сектору (Schumacher, Gronau, 2023). У результаті оцінювання набуває більшої точності та може використовуватися для порівняння продукції різних виробників, визначення напрямів технологічної модернізації, обґрунтування рішень щодо державного стимулювання. При цьому НГТ-4.0 не повинна функціонувати як відокремлена адміністративна система, що дублює чинні процедури, — вона має певну послідовну логіку реалізації (рис. 1).

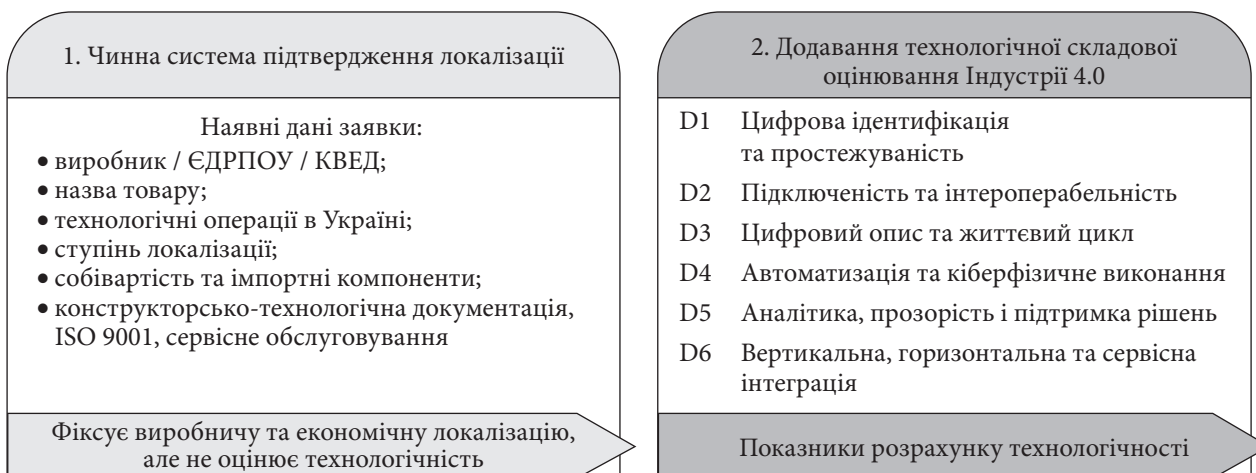


Рис. 1. Логіка формування НГТ-4.0: від чинної заявки на локалізацію до технологічної складової оцінювання
Джерело: розроблено на основі (Schuh et al., 2020; Zeller, Hocken, Stich, 2018; Schumacher, Erol, Sihn, 2016).

Базова технологічність Індустрії 4.0 розглядається як інтегральна характеристика, що відображає ступінь упровадження цифрових, автоматизованих та інтегрованих технологій у процес створення товару, надання послуги або виконання роботи (Schumacher, Gronau, 2023). Цей рівень є ключовим для цілей державного регулювання, оскільки дозволяє здійснювати порівняльну оцінку об'єктів та формувати обґрунтовані рішення щодо їх включення до відповідних реєстрів і програм стимулювання. Методологічно (Zeller, Hocken, Stich, 2018) базова технологічність визначається через шість вимірів (Frank, Dalenogare, Ayala, 2019; Xu, Xu, Li, 2018), які відображають основні складові сучасних виробничих систем.

D1. Цифрова ідентифікація та відстежуваність — характеризує наявність у продукту або процесу цифрової ідентифікації та можливості відстеження його параметрів і станів. Високий рівень відповідає повній відстежуваності на основі машинозчитуваних даних (наприклад, серійна ідентифікація з фіксацією подій виробництва та експлуатації).

D2. Підключеність та інтероперабельність — відображає здатність систем здійснювати обмін даними. Критичним є не лише факт передачі інформації, а її стандартизований характер і можливість інтеграції між різними рівнями та учасниками виробничого процесу.

D3. Цифровий опис / цифровий двійник / життєвий цикл — оцінює наявність структурованого цифрового представлення об'єкта. Високий рівень передбачає використання мо-

делей, що дозволяють супроводжувати продукт протягом усього життєвого циклу.

D4. Автоматизація та кіберфізичне виконання — характеризує ступінь заміщення ручних операцій автоматизованими або адаптивними системами. Найвищі значення відповідають використанню кіберфізичних систем, де фізичні процеси інтегровані з цифровим управлінням.

D5. Аналітика, прозорість і підтримка рішень — визначає рівень використання даних. Перехід від простого збору інформації до її аналітичного використання (діагностика, прогнозування, оптимізація) є ключовою ознакою підвищення технологічності.

D6. Вертикальна, горизонтальна та сервісна інтеграція — відображає ступінь включеності об'єкта до єдиної системи управління та ланцюга створення вартості, у тому числі післяпродажного супроводу.

Сукупність зазначених вимірів відповідає наявній логіці міжнародних моделей оцінювання зрілості (системи Acatech, SIRI), які трактують розвиток Індустрії 4.0 як перехід від локальної цифровізації до інтегрованих й адаптивних систем (Zeller, Hocken, Stich, 2018). Такий підхід дозволяє використати вже сформовану систему ідентифікації виробника, товару та структури його собівартості, доповнивши її показниками цифровізації, автоматизації, інтеграції та використання даних. У результаті чинний перелік товарів має стати інформаційною основою для формування реєстру продукції з підтвердженим рівнем технологічності за принципами Індустрії 4.0.

Шкала оцінювання та градація технологічності

Шкала оцінювання є ключовим елементом запропонованої моделі, оскільки саме на цьому етапі відбувається її перехід від концептуального рівня до практичного застосування органами влади. Фактично, йдеться про емпіричну складову моделі, яка забезпечує можливість кількісного вимірювання рівня технологічності та подальшого порівняння різних товарів, послуг і робіт. При розробленні шкали оцінювання основне завдання полягало не у створенні складного математичного апарату, а у формуванні такого підходу, який був би придатним для широкого практичного використання. З урахуванням цього в рамках даного дослідження не застосовуються складні формули, багатофакторні вагові коефіцієнти або нелінійні моделі, що суттєво ускладнюють процедуру оцінювання, знижують її прозорість та обмежують можливості масштабування, особливо в умовах державного управління. Для повсякденного практичного використання модель має бути зрозумілою, прозорою та придатною до масштабування, тому замість складних вагових коефіцієнтів і нелінійних моделей запропоновано просту шкалу 0—5 для кожного виміру D1—D6 (табл. 1).

На основі одержаних оцінок розраховується індекс базової технологічності (ІБТ) як середнє арифметичне значення показників D1—D6. Запропонований підхід забезпечує переведення якісних характеристик технологічності в кількісну форму, придатну для порівняння різних об'єктів оцінювання. Його перевагою є поєднання методичної простоти з достатнім рівнем аналітичної інформативності для практичного застосування. Разом з тим використання серед-

нього арифметичного передбачає необхідність урахування компенсаційного ефекту, за якого низькі значення окремих вимірів можуть частково компенсуватися високими оцінками інших. Така ситуація потенційно може призводити до завищення ІБТ показника технологічності за наявності критичних прогалин у ключових елементах цифрової трансформації виробництва. З огляду на це доцільним є доповнення оцінювання системою порогових обмежень, яка унеможливіє присвоєння високого рівня технологічності об'єктам, що не відповідають мінімальним вимогам за базовими вимірами. Такий підхід дасть змогу забезпечити певну збалансованість оцінювання, зберігаючи переваги індексу та мінімізуючи ризики його компенсаційного викривлення. На основі ІБТ оцінюваний об'єкт відноситься до одного з шести рівнів технологічності (табл. 2).

Запропонована градація T0—T5 (Schumacher, Erol, Sihn, 2016) не є принципово новою або довільно сформованою шкалою — вона становить адаптовану до українських реалій версію підходів, закладених у міжнародних моделях і стандартах оцінювання технологічної зрілості Індустрії 4.0. Її адаптація полягає в узгодженні загальновизнаної послідовності технологічного розвитку з особливостями державного регулювання та наявної інформаційної бази. Розроблена шкала від 0 до 5 охоплює шість послідовних станів кожного виміру D1—D6: від відсутності відповідної технологічної ознаки до її повного та системного прояву. Нульове значення фіксує відсутність або практично незначущу представленість відповідної ознаки, тоді як значення від 1 до 5 відображає поступове просування від фрагментарного використання цифрових засобів до їх системної інтеграції та

Таблиця 1. Оцінка вимірів за показниками технологічності

Оцінка	Характеристика рівня прояву ознаки
0	Ознака відсутня
1	Ознака є у фрагментарній або ручній формі
2	Ознака працює локально та частково
3	Ознака функціонує системно на підприємстві або в процесі
4	Ознака інтегрована, прогнозна або міжсистемна
5	Ознака реалізована на рівні адаптивної, інтероперабельної, масштабованої смарт-системи

Джерело: розроблено автором.

адаптивного застосування. Така побудова узгоджується з матрицею SIRI, у якій для кожного виміру також передбачено шість висхідних станів зрілості, що дозволяє безпосередньо врахувати відсутність певної технологічної характеристики. Кількісні межі рівнів визначаються за значенням ІБТ, розрахованого як середнє арифметичне оцінок D1—D6. Такий спосіб агрегування забезпечує зрозумілість результату та можливість порівняння різних об'єктів оцінювання. Як стверджують науковці (De Carolis et al., 2017) та інші автори методології побудови композитних індикаторів, інтегральний індекс повинен мати чітку концептуальну основу, прозорі правила нормування й агрегування, а також урахувати перевірку чутливості результатів до встановлених меж. Інтервали від T0 до T3 мають ширину в один бал, оскільки відображають послідовний перехід між базовими станами технологічності: від традиційного процесу до цифровізації, підключеності та системного управління на основі даних (Gomes et al., 2025). Верхню частину шкали доцільно диференціювати більш жорстко. У свою чергу значення ІБТ від 4,0 до 4,49 характеризує вже високий рівень технологічного розвитку, однак ще не гарантує досягнення повної адаптивності. Межа 4,5 для рівня T5 означає отримання щонайменше 27 балів із 30 можливих, тобто не менше 90 % максимальної сукупної оцінки. Це дозволяє зарезервувати найвищий рівень для об'єктів, у яких адаптивність і автономність є не одиничною властивістю, а результатом збалансованої зрілості пе-

реважної більшості технологічних складових. Розглянемо детальніше кожен із цих рівнів:

T0 — традиційний рівень (ІБТ менше 1,00). Рівень характеризує виробничий процес, у якому цифрові технології відсутні або відіграють допоміжну роль, не змінюючи принципової логіки його здійснення. Автоматизація, якщо вона є, має локальний характер і не забезпечує цифрової відстежуваності процесу. У моделі саме комп'ютеризація розглядається як початкова передумова цифрової трансформації, тоді як процеси, у яких навіть ця передумова не сформована системно, фактично перебувають нижче початкової стадії зрілості Індустрії 4.0.

T1 — цифровізований рівень (ІБТ від 1,00 до менше 2,00). У виробничому процесі використовуються окремі цифрові засоби: спеціалізоване програмне забезпечення, верстати з числовим програмним керуванням, електронні журнали, CAD-системи, локальні засоби контролю або автоматизованого обліку. Проте ці елементи функціонують переважно ізольовано, а передавання даних між ними здійснюється вручну або через неуніфіковані процедури. Значення ІБТ від 1,0 засвідчує, що цифрові ознаки вже мають практичне значення, але їх середній ступінь прояву залишається фрагментарним. Тому об'єкт не може вважатися таким, що функціонує відповідно до цілісної мережевої логіки Індустрії 4.0.

T2 — підключений рівень (ІБТ від 2,00 до менше 3,00), що передбачає перехід від ізольованого використання цифрових технологій до організованого обміну даними між окремими

Таблиця 2. Градація рівнів технологічності моделі НГТ-4.0

Рівень	Кількісна межа	Зміст
T0 — традиційний	ІБТ < 1,00	Об'єкт не має суттєвих ознак Індустрії 4.0
T1 — цифровізований	$1,00 \leq \text{ІБТ} < 2,00$	Є окремі цифрові елементи, але немає цілісної мережевої логіки
T2 — підключений	$2,00 \leq \text{ІБТ} < 3,00$	Наявний цифровий обмін даними, локальна інтеграція та відтворюваний цифровий процес
T3 — прозорий / керований даними	$3,00 \leq \text{ІБТ} < 4,00$	Процес забезпечує видимість, керованість і діагностику на основі даних
T4 — прогностичний та інтегрований	$4,00 \leq \text{ІБТ} < 4,5$	Є прогнозування, інтеграція з ланцюгом створення вартості та цифровий життєвий цикл
T5 — адаптивний / автономний смарт-	$4,50 \leq \text{ІБТ} \leq 5,00$	Об'єкт відповідає зрілій логіці смарт-промисловості з високою адаптивністю

Джерело: розроблено на основі (Schumacher, Erol, Sihn, 2016).

компонентами виробничого процесу. Обладнання, програмні системи, засоби контролю та обліку частково поєднані через цифрові інтерфейси. На цьому рівні формується локальна інтероперабельність, забезпечується відтворюваність цифрово описаних операцій, зменшується необхідність повторного ручного введення інформації.

T3 — прозорий і керований даними рівень (коли ІБТ від 3,00 до менше 4,00), до якого належать процеси, що передбачають систематичний збір даних, охоплюють основні технологічні операції та використовуються для поточного моніторингу, діагностики й підтримки управлінських рішень. Стан обладнання, матеріальних потоків, параметрів якості та виконання операцій може відстежуватися в реальному або наближеному до реального часі. Формується актуалізоване цифрове представлення процесу, яке дозволяє не лише фіксувати його результати, але і встановлювати причини відхилень.

T4 — прогностичний та інтегрований рівень (ІБТ від 4,00 до менше 4,50), що характеризується використанням накопичених даних і цифрових моделей для прогнозування майбутнього стану виробничого процесу. Застосовуються прогнозне технічне обслуговування, моделювання сценаріїв, попередження про можливі відхилення якості, зміну завантаження обладнання, дефіцит ресурсів або порушення строків виконання операцій. Управлінські рішення ґрунтуються не лише на фактичному стані процесу, а й на оцінюванні ймовірних наслідків різних варіантів дій. Важливою ознакою T4 є також інтеграція технологічного процесу з іншими етапами створення вартості: проектуванням, постачанням, контролем якості, логістикою, сервісним обслуговуванням. Підтримується цифровий супровід життєвого циклу, а дані використовуються узгоджено різними учасниками. Отже, рівень T4 характеризує вже не локальну цифрову досконалість, а функціонування процесу в межах інтегрованого інформаційного середовища.

T5 — адаптивний, автономний смарт-рівень (ІБТ від 4,50 до 5,00 включно) — найвищий рівень, що передбачає здатність технологічного процесу не лише прогнозувати зміни, а й самостійно або напівавтономно реагувати на них у межах наперед установлених правил і обмежень. Дані безперервно надходять від обладнання, інформаційних систем та інших учас-

ників ланцюга створення вартості, аналізуються в реальному часі та використовуються для автоматичного коригування параметрів процесу. Межа 4,5 встановлюється для того, щоб рівень T5 не присвоювався об'єктам, у яких високі результати за окремими вимірами поєднуються із суттєвими прогалинами за іншими. Водночас самого значення ІБТ для цього може бути недостатньо через можливий компенсаційний ефект. Тому для присвоєння T5 доцільно передбачити додаткову умову: жоден із показників D1—D6 не повинен бути нижчим за 4 бали. Для рівня T4 аналогічно доцільно встановити мінімальне значення кожного показника не нижче 3 балів, що забезпечує відповідність найвищих рівнів принципу збалансованої технологічної зрілості, а не лише високому середньому значенню. Слід зауважити, що об'єкти рівнів T0—T2 включаються до реєстру як оцінені, однак статус продукції, технологічно відповідної зрілій логіці Індустрії 4.0, може надаватися починаючи з рівня T3.

Запропонована градація відображає послідовний перехід від традиційного виробничого процесу до цифровізованого, підключеного, прозорого, прогностичного та адаптивного стану. Її методологічною основою є поєднання стадійного підходу до оцінювання зрілості з кількісним узагальненням результатів за вимірами D1—D6 (Nardo et al., 2008). У процесі апробації НГТ-4.0 вони мають бути перевірені на фактичних даних із застосуванням експертного оцінювання, аналізу чутливості та зіставлення одержаних результатів із реальними характеристиками виробничих процесів. Для уникнення формального завищення результатів доцільно застосовувати порогове правило: позиція не може бути віднесена до рівня, вищого за T1, якщо хоча б один із трьох базових показників (D1, D2 або D3) має значення нижче 2. Це правило є важливим, оскільки без мінімальної цифрової ідентифікації, підключеності та цифрового опису об'єкт не може повноцінно належати до середовища Індустрії 4.0. Зміст цього правила полягає в тому, що без мінімально сформованої цифрової ідентифікації та відстежуваності, підключеності та інтероперабельності, а також структурованого цифрового опису об'єкта позиція не може вважатися повноцінним елементом смарт-промисловості. Іншими словами, окремі ознаки циф-

ровізації ще не створюють підстав для віднесення товару чи послуги до категорії «смарт», якщо відсутнє базове цифрове середовище, у якому цей об'єкт існує, описується та взаємодіє з іншими системами. Аналогічна логіка простежується і в стандарті IEC 62890, присвяченому життєвому циклу виробничих систем³. Стандарт передбачає, що сучасний промисловий об'єкт має супроводжуватися даними протягом усього життєвого циклу — від проектування та виготовлення до експлуатації, модернізації та виведення з експлуатації. Запровадження такого порогового правила має принципове значення для формування інструментів державної промислової політики. Його відсутність створюватиме ризик віднесення до категорії «смарт-продукції» об'єктів, у яких наявні лише окремі елементи автоматизації чи локального програмного управління, однак не сформовано необхідних передумов для цифрової взаємодії та інтеграції в сучасні виробничі екосистеми.

Інтеграція моделі з чинною системою

Запропонована модель НГТ-4.0 зосереджена передусім на оцінюванні технологічної зрілості процесу виробництва товару, надання послуги або виконання роботи. Визначальними для віднесення об'єкта до рівнів T0—T5 є показники D1—D6, що характеризують цифрову ідентифікацію, підключеність, автоматизацію, використання даних та інтеграцію. Ступінь локалізації не входить до розрахунку ІБТ і не впливає на встановлення рівня технологічності, оскільки відображає не цифровий розвиток процесу, а економічну участь національного виробництва у створенні продукції. У тих випадках, коли цілі конкретного інструменту промислової політики передбачають урахування національної складової, показник локалізації може застосовуватися як додатковий критерій разом із результатами НГТ-4.0. Наявна система підтвердження локалізації вже містить частину ідентифікаційних і виробничо-економічних відомостей, які за потреби можуть бути використані без повторного збирання. Однак таке поєднан-

ня має допоміжний характер: визначальним результатом НГТ-4.0 залишається рівень технологічності, встановлений на основі ІБТ і відповідних порогових умов. Іншою важливою перевагою моделі є її універсальність, а саме здатність застосовуватися до різних типів економічної діяльності без втрати змістовності оцінювання. У цьому контексті принципово важливим є те, що основу моделі становить єдина система вимірів (D1—D6), яка зберігається незмінною для всіх об'єктів (Schumacher, Erol, Sihn, 2016), однак їх змістове наповнення уточнюється залежно від природи оцінюваної позиції. Цей підхід дозволяє, з одного боку, забезпечити порівнюваність результатів між різними типами об'єктів, а з іншого — уникнути спрощення, яке виникає при спробі застосувати однакові критерії без урахування специфіки товарів, послуг і робіт.

На рис. 2 наведено порядок застосування єдиної системи вимірів D1—D6 до різних об'єктів оцінювання. У цьому контексті принципове значення має те, що запропонована модель спрямована не лише на встановлення наявності цифрових характеристик у кінцевому результаті, а передусім на оцінювання технології процесу, у межах якого цей результат створюється. Зміст такого процесу істотною мірою відрізнятиметься залежно від того, чи йдеться про виготовлення товару, надання послуги або виконання роботи. Саме тому єдина методична основа оцінювання (Nardo et al., 2008) поєднуватиметься з диференційованим змістом показників і переліком документів, що засвідчуюватимуть їх досягнення. У чинній системі підтвердження локалізації основним об'єктом є товар, а процедура оцінювання побудована навколо його виробника, структури собівартості, походження складових і технологічних операцій, здійснених на території України. Такий підхід формує необхідну інформаційну основу, однак не дає повного уявлення про рівень цифровізації, взаємопов'язаності та керованості виробничого процесу. Запропоноване доповнення технологічним блоком дасть змогу перейти від фіксації економічної участі національного виробника у створенні товару до комплексного оцінювання способу його виробництва відповідно до принципів Індустрії 4.0.

Для товару предметом оцінювання буде технологія його виготовлення, а також цифровий супровід у межах життєвого циклу. Ураховува-

³ International Electrotechnical Commission (2020). IEC 62890:2020. *Industrial-process Measurement, Control and Automation — Life-cycle-management for Systems and Components*. Geneva, 67 p. <https://webstore.iec.ch/en/publication/30583> (дата звернення: 29.06.2026).

Товар	Послуга	Робота
• наявність цифрового паспорта продукції; • можливість простежуваності від сировини до кінцевого споживача; • рівень автоматизації виробництва; • інтеграція у виробничі та логістичні системи; • наявність сервісного контуру: обслуговування, оновлення та післяпродажна взаємодія.	• цифрове планування та управління процесом; • збір, обробка та передавання даних; • використання аналітики; інтеграція із замовником через цифрові канали; • застосування платформних рішень; • можливість дистанційного надання або моніторингу послуги.	• підготовчий етап: планування та проектування; • використання обладнання та сенсорних систем; • рівень автоматизації виконання; • цифровий контроль якості; • ведення електронної документації: журналів і звітів; • передавання результатів та забезпечення їх простежуваності.

Рис. 2. Опис складових за кожною групою оцінювання (товари, послуги та роботи)
Джерело: розроблено автором.

тимуться можливість ідентифікації та відстежуваності матеріалів, компонентів і виробничих операцій, підключеність обладнання, наявність цифрового опису, рівень автоматизації, використання даних для контролю та прийняття рішень, а також інтеграція з іншими етапами ланцюга створення вартості. При цьому наявність цифрових функцій безпосередньо у самому товарі, зокрема вбудованих сенсорів, цифрового паспорта або дистанційного моніторингу, підвищуватиме його технологічну оцінку, однак не замінюватиме аналізу виробничого процесу.

Для послуги матеріальний результат не завжди є наявним, тому оцінювання буде зосереджене на процесі її надання. Значення матимуть цифрова ідентифікація операцій та учасників, використання платформних рішень, автоматизація окремих процедур, накопичення й аналіз даних, інтеграція з інформаційними системами замовника та можливість відстеження якості й результативності послуги. За такого підходу використання електронної пошти або окремого програмного продукту саме по собі не буде достатньою підставою для високої оцінки. Вищий рівень технологічності передбачатиме системну цифрову організацію процесу, за якої дані використовуватимуться не лише для передавання інформації, а й для моніторингу, координації, прогнозування та вдосконалення надання послуги.

Для робіт оцінюванню підлягатиме технологічний процес виконання визначеного комплексу завдань, результатом якого є створення, зміна, відновлення або модернізація певного об'єкта. У даному випадку оцінюватимуться цифрове пла-

нування робіт, координація виконавців, відстежуваність виконаних операцій, автоматизований контроль строків і якості, застосування цифрових моделей, а також інтеграція проектної, виконавчої та експлуатаційної інформації. Наприклад, використання BIM-технологій, цифрових журналів, геоінформаційних систем, сенсорного моніторингу та автоматизованого контролю дасть змогу підтвердити вищий рівень технологічної зрілості, ніж за традиційної організації робіт із переважно паперовим документообігом і ручною фіксацією результатів.

Необхідність охоплення товарів, послуг і робіт зумовлена не лише відмінностями в способах створення економічного результату, але і практичними потребами державної політики. Використання моделі для формування реєстрів, визначення пріоритетів підтримки та застосування технологічних критеріїв у публічних закупівлях потребуватиме охоплення всіх основних категорій об'єктів, щодо яких можуть прийматися відповідні рішення. Обмеження моделі лише товарами суттєво звузить сферу її застосування та залишить поза оцінюванням значну частину цифрових рішень, що реалізуються у процесах надання послуг і виконання робіт. У той же час застосування спільних вимірів D1—D6 дасть змогу зберегти єдність методології та порівнюваність результатів, тоді як їх предметне наповнення і перелік підтверджувальних документів будуть адаптовані до особливостей кожної категорії. Оскільки чинна процедура локалізації та відповідна інформаційна база сформовані передусім щодо товарів, апробацію моделі доцільно

розпочати саме з цієї категорії, що дасть змогу використати вже наявні відомості, перевірити обґрунтованість показників D1—D6, уточнити порогові значення та відпрацювати процедуру документального підтвердження. На наступному етапі будуть розроблені адаптовані форми для послуг і робіт. При цьому змінюватиметься не загальна логіка оцінювання, а зміст індикаторів, приклади їх практичного прояву та склад доказової бази. Така послідовність забезпечить поступове розширення сфери застосування моделі без порушення єдності її методологічних засад.

Верифікація результатів оцінювання та підтверджувальної інформації технологічності товарів, послуг і робіт

Іншою важливою складовою запропонованої моделі є процедура верифікації результатів оцінювання. У випадку формування державного реєстру, який безпосередньо пов'язаний із механізмами стимулювання, питання достовірності даних набуває принципового значення. На етапі проектування такої системи необхідно максимально враховувати потенційні зовнішні впливи, у тому числі ризики маніпуляцій або штучного завищення показників з метою отримання доступу до державної підтримки. Основним предметом оцінювання НГТ-4.0 є технологічний процес створення товару, надання послуги або виконання роботи. Цифрові функції кінцевого продукту можуть враховуватися як додаткова характеристика, але не заміняють оцінювання процесу його створення.

Важливо, що для первинної верифікації можуть використовуватися наявні документи, які подаються або формуються підприємством у межах чинних процедур. До них належать заявка про включення товару до переліку з підтвердженим ступенем локалізації, калькуляція собівартості, сертифікат системи управління якістю ISO 9001, форма державного статистичного спостереження № 1П-НПП щодо виробництва та реалізації промислової продукції, а також квитанція про прийняття відповідного звіту органами державної статистики⁴. Ці до-

кументи не підтверджують безпосередньо рівень технологічності, проте створюють базову доказову основу щодо реальності виробництва, структури витрат, наявності системи управління якістю та фактичних обсягів промислової продукції. Так, у міжнародній практиці, зокрема в Німеччині, згідно з підходом до критеріїв Industry 4.0-продуктів допускається використання механізму самоаналізу, тобто самостійного оцінювання виробником без обов'язкової сертифікації⁵. Такий підхід є виправданим у середовищі з високим рівнем інституційної довіри та розвинутими ринковими механізмами контролю. Однак в українських реаліях, з урахуванням ролі держави у стимулюванні промисловості, застосування виключно самодекларування створює значні ризики викривлення результатів. У зв'язку з цим доцільним є впровадження гібридної системи верифікації, яка поєднує різні рівні перевірки та передбачає участь кількох суб'єктів оцінювання. Такий підхід, хоча і ускладнює процедуру, проте дозволяє суттєво знизити ймовірність маніпуляцій і підвищити довіру до результатів.

Пропонується виділити три рівні верифікації:

- рівень А — самодекларування виробника/надавача. На даному етапі суб'єкт господарювання самостійно заповнює опитувальник за визначеними показниками (D1—D6) та подає пакет підтверджувальних документів. Це дозволяє забезпечити масштабованість системи та залучення широкого кола учасників без значного адміністративного навантаження. Одержані результати мають розглядатися як попередні;

- рівень В — документарна експертиза, що передбачає перевірку поданих матеріалів незалежними експертами або уповноваженими органами. На даному етапі аналізуються технічна документація, архітектура даних, сертифікати, наявність API, журнали відстежуваності, а також підтвердження використання систем типу MES, ERP, SCADA тощо. Цей рівень забезпечує формальну обґрунтованість оцінки та дозволяє виявити невідповідності між заявленими і фактичними характеристиками. Документарна експертиза має спиратися не лише на декла-

⁴ Державна служба статистики України (2025). Звіт про виробництво та реалізацію промислової продукції: форма державного статистичного спостереження № 1П-НПП (річна): затверджено наказом Державної служби статистики України від 24.03.2025 р. № 50. <https://stat.gov.ua/uk/page-contents/zminy-form-2026> (дата звернення: 22.06.2026).

⁵ ZVEI (2020). *Which Criteria Do Industrie 4.0 Products Need to Fulfil?* Guideline, Berlin. https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/criteria-industrie-40-products_2020.html (дата звернення: 21.06.2026).

Таблиця 3. Дані для формування реєстру смарт-продукції з урахуванням чинної системи підтвердження локалізації

Група даних	Поле / показник
I. Дані, які вже збираються в межах наявної заявки на підтвердження локалізації	Заявник / виробник Код ЄДРПОУ Керівник або уповноважена особа Місцезнаходження виробника Контактні дані Основний вид діяльності за КВЕД Найменування товару Технологічні операції, які здійснюються на території України Ступінь локалізації, % Собівартість товару Митна вартість імпортованих компонентів Вартість імпортованих компонентів, придбаних у постачальників-резидентів Калькуляція собівартості Наявність конструкторсько-технологічної документації та/або права інтелектуальної власності Виробництво елементів товару на території України Гарантійне та післягарантійне обслуговування Сертифікат системи управління якістю ISO 9001
II. Додаткові дані, необхідні для оцінювання технологічності за принципами Індустрії 4.0	Тип об'єкта: товар / послуга / робота Код за чинним класифікатором: УКТЗЕД / ДКПП / CPV / НПП Опис технологічного процесу з позицій Індустрії 4.0 (D1-D6) Інтегральний показник технологічності (ІБТ) Дата технологічного оцінювання Строк чинності технологічної оцінки Підстави для перегляду оцінки Сфери можливого державного стимулювання

Джерело: розроблено автором.

рацію виробника, але і на наявний пакет документів: заявку на локалізацію, калькуляцію, сертифікат ISO 9001, статистичну звітність за формою № 1П-НПП та підтвердження її прийняття. Також необхідно додати нові документи саме технологічного характеру: опис цифрових систем, схеми обміну даними, цифрові журнали, технічні паспорти обладнання, опис цифрового паспорта або цифрового двійника;

- рівень С — вибіркова польова верифікація, що є найглибшим рівнем перевірки та передбачає проведення аудиту безпосередньо на місці. Здійснюється огляд виробничого майданчика,

перевірка обладнання, демонстрація реального потоку даних, функціонування цифрових систем та їх інтеграції. Такий підхід дає змогу підтвердити не лише формальну наявність технологій, але і їх фактичне використання у виробничому процесі. Однак при формуванні державного реєстру доцільно передбачити розподіл функцій оцінювання між кількома інституціями (науковими установами, експертними центрами, органами виконавчої влади), що дозволить уникнути концентрації повноважень в одному органі та знизить ризики упередженості або адміністративного впливу на результати оцінювання.

Дані для Національного реєстру при впровадженні моделі

Національний реєстр смарт-продукції доцільно формувати на основі самостійного технологічного оцінювання за моделлю НГТ-4.0, не пов'язуючи визначення рівня технологічності з показником локалізації. Основу реєстру мають становити результати оцінювання за вимірами D1—D6, розрахований індекс базової технологічності та відповідний рівень T0—T5. Саме ці показники дають змогу встановити ступінь цифровізації, автоматизації, використання даних та інтеграції процесу виробництва товару, надання послуги або виконання роботи. У процесі створення реєстру доцільно використовувати вже наявні адміністративні відомості про виробника, вид продукції, основний вид діяльності, технологічні операції, конструкторсько-технологічну документацію та систему управління якістю. Такі дані можуть бути частково запозичені з чинних інформаційних систем, зокрема з переліку товарів із підтвердженим ступенем локалізації, що унеможливить їх повторне збирання. Однак ступінь локалізації не є визначальним критерієм НГТ-4.0 і не впливає на присвоєння рівня технологічності. Він може враховуватися окремо як додатковий економічний показник лише в тих випадках, коли це передбачено цілями конкретної програми промислової політики, державної підтримки або публічних закупівель.

Саме тому запропонований підхід передбачає розподіл даних реєстру на дві групи (Zeller, Hocken, Stich, 2018):

1) дані, які вже збираються в межах чинної процедури підтвердження локалізації та можуть бути використані як базова ідентифікаційна та економічна основа;

2) додаткові дані, які необхідно включити для оцінювання технологічності: цифрова ідентифікація, підключеність, цифровий опис, автоматизація, аналітика, інтеграція та підтверджувальні документи за цими показниками, що дозволяє не дублювати чинну систему, а доповнити її відсутнім технологічним шаром (табл. 3).

У результаті Національний реєстр може містити не лише інформацію щодо локалізації товару, але і об'єктивні дані про рівень його технологічної відповідності принципам Індустрії 4.0, що є важливою умовою для подальшого ви-

користання реєстру в програмах державного стимулювання, публічних закупівлях, політиці локалізації та розвитку смарт-промисловості.

Запропонована структура дозволяє сформувати реєстр, який не дублює наявні класифікаційні системи, а функціонує як додатковий аналітичний рівень. Фактично йдеться про створення «технологічної складової оцінювання» над чинними класифікаторами, яка доповнює їх інформацією про реальний ступінь цифровізації, автоматизації та інтеграції. Саме відсутність сьогодні такого рівня є однією з ключових проблем: наявні системи дозволяють класифікувати продукцію за видом, але не дають відповіді на питання про її технологічний рівень. Запропонований підхід усуває цю прогалину та створює основу для більш точного таргетування державної промислової політики.

Підсумкова формула моделі оцінювання градації технологічності товарів, послуг і робіт

Запропонована модель НГТ-4.0 спрямована на визначення рівня технологічної зрілості процесу виробництва товару, надання послуги або виконання роботи відповідно до принципів Індустрії 4.0. Її кількісною основою є індекс базової технологічності, який узагальнює результати оцінювання за шістьма взаємопов'язаними вимірами та розраховується за формулою

$$ІБТ = \frac{D1 + D2 + D3 + D4 + D5 + D6}{6},$$

де D1—D6 — оцінки відповідних вимірів технологічності за шкалою від 0 до 5 балів.

Розраховане значення ІБТ у поєднанні з установленними пороговими умовами є підставою для віднесення об'єкта до одного з рівнів T0—T5. Отже, НГТ-4.0 не зводиться лише до окремого числового показника, а охоплює систему вимірів D1—D6, шкалу їх оцінювання, порядок агрегування результатів та правила визначення відповідного рівня технологічності. Саме ця сукупність елементів формує методичну цілісність моделі та забезпечує порівнюваність різних об'єктів оцінювання. У межах запропонованої моделі ступінь локалізації не включається до структури ІБТ і не впливає на визначення рівня T0—T5, оскільки відображає іншу характеристику об'єкта. Якщо ІБТ фіксує рівень цифровізації, автоматизації, використання даних та інтеграції технологічного про-

цесу, то локалізація характеризує масштаби участі національного виробництва у створенні відповідного товару. Відтак ці показники не можуть бути механічно об'єднані в одному інтегральному індексі, оскільки мають різний економічний зміст, одиниці вимірювання та функціональне призначення. Разом з тим ступінь локалізації може враховуватися як додатковий параметр у процесі практичного використання результатів НГТ-4.0 у державній промисловій політиці. Його спільний розгляд із рівнем технологічності дасть змогу розмежувати технологічно зрілі виробництва з різною часткою національної складової, а також локалізовані, проте технологічно недостатньо розвинуті процеси. Такий підхід забезпечує можливість чіткого розмежування різних типів об'єктів (товарів, послуг і робіт) у межах єдиної логіки оцінювання, оскільки для кожного з них застосовується однакова система вимірів, але з урахуванням специфіки процесу створення. У результаті формується уніфікований інструмент, який дозволяє не лише ідентифікувати об'єкт, але і об'єктивно визначити його місце за рівнем технологічного розвитку.

Приклад застосування логіки моделі

Після формування методологічних засад і структурної побудови моделі принципового значення набуває перевірка можливостей її практичного застосування. На цьому етапі необхідно оцінити не лише внутрішню узгодженість запропонованих положень, але і здатність моделі належним чином диференціювати об'єкти за рівнем технологічності, забезпечувати порівнюваність результатів і формувати інформаційну основу для прийняття обґрунтованих рішень у сфері державної промислової політики. Застосування системи вимірів D1—D6, ІБТ показника та відповідної градації рівнів дасть змогу кількісно представити відмінності між об'єктами, які перебувають на різних етапах технологічного розвитку. Для демонстрації можливостей моделі доцільно розглянути низку умовних прикладів, що характеризують різні варіанти поєднання цифровізації, підключеності, автоматизації, використання даних та інтеграції виробничих процесів (табл. 4—6).

Індекс базової технологічності становить 0,83, що відповідає традиційному рівню T0. Виробничий процес характеризується наяв-

Таблиця 4. Приклад розрахунку для низького рівня — традиційне виробництво цегли без цифрових технологій

Оцінка ІБТ		
D1	1	
D2	0	
D3	1	
D4	2	
D5	0	
D6	1	
Загальна оцінка	0,83	T0

Примітка: підсумковий запис: НГТ-4.0 = [T0 (ІБТ = 0,83)].

Джерело: розроблено автором.

Таблиця 5. Приклад розрахунку для середнього рівня — виробництво деталі з використанням 3D-друку

Оцінка ІБТ		
D1	3	
D2	2	
D3	4	
D4	4	
D5	2	
D6	2	
Загальна оцінка	2,83	T2

Примітка: підсумковий запис: НГТ-4.0 = [T2 (ІБТ = 2,83)].

Джерело: розроблено автором.

Таблиця 6. Приклад розрахунку для високого рівня — смарт-виробництво БПЛА з використанням IoT, MES/ERP, цифрового двійника

Оцінка ІБТ		
D1	4	
D2	4	
D3	5	
D4	5	
D5	4	
D6	4	
Загальна оцінка	4,33	T4

Примітка: підсумковий запис: НГТ-4.0 = [T4 (ІБТ = 4,33)].

Джерело: розроблено автором.

ністю окремих елементів механізації або локальної автоматизації, однак не має сформованого цифрового середовища, необхідного для відстежуваності, обміну даними, аналітичного управління та системної інтеграції. Тому відповідний об'єкт не може бути віднесений до технологічно зрілої смарт-продукції.

Значення ІБТ становить 2,83, що відповідає підключеному рівню Т2. У даному прикладі високі оцінки цифрового опису та автоматизації свідчать про використання цифрової моделі й автоматизованого виконання технологічних операцій. Однак недостатній рівень аналітичного використання даних та інтеграції з іншими інформаційними і виробничими системами обмежує можливість віднесення об'єкта до рівня Т3. Подальший розвиток такого процесу має бути спрямований на інтеграцію даних, упровадження аналітичних інструментів і формування системного цифрового управління.

Значення ІБТ на рівні 4,33 відповідає прогностичному та інтегрованому рівню Т4. Виробничий процес характеризується високим рівнем цифрової ідентифікації, підключеності, автоматизації, використання цифрових моделей та інтеграції виробничих систем. Застосування IoT, MES/ERP-систем, цифрового двійника й аналітичних інструментів забезпечує прогнозування стану процесу та його функціонування в межах інтегрованого інформаційного середовища.

Ще одним прикладом практичного використання наявної системи може бути заявка ТОВ «НВП-ПАЛИЧ» щодо включення товару «причіп Палич Z02213» до переліку товарів із підтвердженим ступенем локалізації⁶. У заявці вже зазначено виробника, код ЄДРПОУ, КВЕД 29.20, технологічні операції, які здійснюються на території України, ступінь локалізації 60 %, собівартість товару 27 210,80 грн та митну вартість імпортованих компонентів 10 885,02 грн. Проте ця форма не містить показників D1–D6, тобто не дозволяє визначити, чи є виробництво цього товару технологічно відповідним принципам Індустрії 4.0. Саме тому до такої заявки доцільно додати Картку технологічної відповідності, наприклад, якщо виробництво причепа має лише традиційну конструктор-

ську документацію та ручні журнали, рівень D1–D3 буде невисоким. Якщо ж використовується серійна цифрова ідентифікація, електронна відстежуваність партії, цифрові креслення, інтеграція з виробничими системами, контроль параметрів обладнання та сервісна база даних, то той самий товар може отримати значно вищий рівень технологічності. Отже, модель дозволяє відрізнити локалізований товар від насправді технологічно просунутого.

Наведені приклади демонструють, що запропонована модель дає змогу диференціювати об'єкти за рівнем технологічності — від традиційних до інтегрованих смарт-систем. Важливо, що оцінювання здійснюється не за галузевою приналежністю, а за реальним технологічним змістом процесу, що забезпечує об'єктивність результатів. Модель може бути використана як інструмент для формування державного реєстру, таргетування програм підтримки та загалом для підвищення результативності промислової політики.

Практичний ефект упровадження моделі оцінювання градації технологічності товарів, послуг і робіт

Як зазначено вище, запропонована модель має прикладне значення як інструмент узгодження рішень у трикутнику «держава, бізнес, економіка». Її впровадження дозволяє перейти від декларативної підтримки інновацій до конкретного стимулювання на основі вимірюваних критеріїв.

Для держави основним практичним результатом стане підвищення адресності програм підтримки. Градація технологічності T0–T5 дасть змогу диференціювати відповідні інструменти:

- для рівнів T0–T1 — програми модернізації, кредитування та грантової підтримки цифровізації;
- для рівнів T2–T3 — співфінансування інтеграції виробничих систем, розвитку аналітики та автоматизації;
- для рівнів T4–T5 — пріоритетна підтримка досліджень і розробок, експорту та участі в публічних закупівлях.

Застосування подібного таргетування в міжнародних моделях технологічної зрілості, зокрема асatech і SIRI, забезпечує спрямування ресурсів на усунення конкретних технологіч-

⁶ ДП «Прозорро» (2022, 22 вересня). *Запитання-відповіді щодо локалізації*. <https://infobox.prozorro.org/articles/zapitannya-vidpovidi-shchodo-lokalizacii> (дата звернення: 23.06.2026).

них обмежень та підвищення результативності інвестицій у цифрову трансформацію. Формування реєстру смарт-продукції на основі єдиної шкали оцінювання створить інформаційну базу для обґрунтованого застосування інструментів промислової політики. Дані про індекс базової технологічності та ступінь локалізації можуть використовуватися при здійсненні публічних закупівель, визначенні пріоритетності продукції рівня Т3 і вище, реалізації програми «Зроблено в Україні»⁷, а також відбору інноваційних рішень у межах регуляторних пісочниць. Перехід від описових характеристик до кількісних критеріїв зменшить ризик спрямування державних ресурсів на заходи, які не забезпечують очікуваного технологічного ефекту. Рішення щодо підтримки ухвалюватимуться не лише за галузевою приналежністю підприємства, але і з урахуванням конкретних складових технологічності виробничого процесу. Це дозволить концентрувати фінансування на розвитку даних, інтеграції, аналітики й автоматизації, дефіцит яких стримує перехід до вищого рівня технологічної зрілості.

Для бізнесу модель сформує зрозумілу траєкторію технологічного розвитку. Оцінювання за показниками D1—D6 надасть підприємству можливість визначити власні «слабкі» складові (наприклад недостатній рівень інтеграції, автоматизації або використання виробничих даних) та встановити пріоритетні напрями інвестування. Індекс базової технологічності може застосовуватися як інструмент самодіагностики та бенчмаркінгу, що дозволить підприємствам порівнювати власні результати із середньогалузевими або ринковими показниками. Зокрема, перехід від рівня Т2 до Т3 пов'язуватиметься не з цифровізацією загалом, а з впровадженням конкретних систем інтеграції та аналітики. Це зменшить інформаційну невизначеність при плануванні інвестицій і сприятиме спрямуванню ресурсів на складові технологічності з найбільшим впливом на продуктивність діяльності підприємства.

Для економіки практичний ефект полягатиме у стимулюванні технологічної реіндустріалізації. Поєднання індексу базової технологічності

зі з показником локалізації дасть змогу підтримувати не лише обсяги виробництва, а передусім технологічно складні виробництва з високою часткою доданої вартості, створеної в Україні. Упровадження принципів Індустрії 4.0, зокрема інтеграції, використання даних та автоматизації, сприятиме підвищенню продуктивності, зменшенню простоїв і скороченню витрат на технічне обслуговування. Розвиток цифрової ідентифікації, інтероперабельності та управління життєвим циклом продукції за вимірами D1—D3 формуватиме передумови для інтеграції вітчизняних підприємств у глобальні ланцюги створення вартості. Підвищення відповідності міжнародним стандартам обміну даними спрощуватиме кооперацію з іноземними партнерами та вихід на зовнішній ринок.

Переваги моделі оцінювання градації технологічності товарів, послуг і робіт

Однією з основних методологічних переваг моделі є можливість застосування єдиної системи показників D1—D6 до різних типів об'єктів оцінювання: товарів, послуг і робіт. Спільна структура показників забезпечує цілісність методології та єдину логіку оцінювання категорій, що використовуються в державній політиці у сфері закупівель, підтримки виробництва та локалізації. Універсальність моделі не нівелює специфіку окремих об'єктів. Зміст показників і перелік документів, необхідних для підтвердження відповідного рівня, можуть адаптуватися залежно від особливостей виробництва товару, надання послуги або виконання роботи. Таким чином, модель поєднує уніфіковану структуру оцінювання з можливістю галузевої та об'єктної адаптації.

Іншою перевагою є зміщення акценту з формальних характеристик кінцевого продукту на технологічний процес його створення. Це дає змогу розрізняти об'єкти, які мають подібні споживчі властивості, але виробляються із застосуванням різних технологій. Оцінюванню підлягає не лише наявність цифрових елементів у готовому продукті, але і рівень цифрової ідентифікації, підключеності, автоматизації, використання даних та інтеграції виробничого процесу. Тому формально однакові товари можуть отримувати різну технологічну оцінку залежно від способу їх виробництва та відповід-

⁷ Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України (2026, 5 травня). Зроблено в Україні. <https://me.gov.ua/Documents/Detail?id=2ed8e355-81de-49ea-9bdd-ba28db7e0710> (дата звернення: 27.06.2026).

ності принципам Індустрії 4.0. Методологічною перевагою є також можливість поєднання технологічної оцінки з показником локалізації. Індекс базової технологічності характеризує технологічний рівень об'єкта, тоді як показник локалізації відображає частку вартості, створеної в країні. Їх спільне використання забезпечує багатовимірне оцінювання, за якого враховується не лише походження продукції, але й технологічна складність процесу її створення.

Модель відзначається методичною прозорістю. Використання середнього арифметичного для розрахунку індексу базової технологічності та чітко визначених інтервалів градації не потребує складного математичного апарату. Це полегшує перевірку розрахунків, інтерпретацію результатів і виявлення складових, які знижують загальне значення індексу. Простота алгоритму створює передумови для автоматизації оцінювання та масштабування моделі. Вона може застосовуватися підприємствами, експертними установами, галузевими об'єднаннями й органами державної влади без істотної зміни базової методології. За потреби система показників може деталізуватися відповідно до особливостей окремих галузей, зберігаючи спільну структуру D1—D6 та шкалу T0—T5.

Недоліки моделі оцінювання градації технологічності товарів, послуг і робіт

Однак запропонована модель має низку обмежень, які слід враховувати при її подальшій апробації та практичному застосуванні. Оцінювання за вимірами D1—D6 частково спирається на експертне судження, що за відсутності достатньо формалізованих індикаторів і єдиних вимог до доказової бази може зумовлювати варіативність результатів та неоднакове трактування окремих критеріїв. Певним методичним обмеженням є також використання однакової ваги всіх показників. Такий підхід забезпечує прозорість і простоту розрахунку, однак не завжди повною мірою відображає відмінності у значущості окремих складових технологічності, зокрема аналітики, інтеграції або кіберфізичного виконання. Доцільність запровадження вагових коефіцієнтів потребуватиме окремого емпіричного обґрунтування, оскільки їх встановлення виключно експертним шляхом може, навпаки, посилити суб'єктивність оцінювання.

Практичне масштабування моделі на значну кількість об'єктів передбачатиме створення налагодженої системи подання, перевірки, зберігання та оброблення даних. За відсутності цифрової платформи й автоматизованих процедур верифікації такий процес може стати ресурсомістким як для заявників, так і для уповноважених органів. Необхідно також урахувати, що модель зосереджена передусім на технологічних характеристиках виробничого процесу і безпосередньо не вимірює його економічної результативності, зокрема продуктивності, рентабельності, окупності інвестицій або впливу на собівартість. Тому одержаний рівень технологічності не слід автоматично ототожнювати з економічною ефективністю об'єкта. Для розв'язання таких завдань технологічне оцінювання має доповнюватися відповідними економічними показниками. Універсальність системи вимірів D1—D6 зумовлює необхідність її подальшого змістового уточнення з урахуванням особливостей окремих видів економічної діяльності. Значення, форми прояву та способи документального підтвердження тих самих показників можуть суттєво відрізнятися залежно від характеру технологічного процесу. Це потребуватиме розроблення галузевих рекомендацій, які конкретизуватимуть загальні критерії, не порушуючи єдності методологічної основи та порівнюваності результатів. Окремого опрацювання потребуватиме поширення моделі на послуги й роботи, оскільки чинна процедура підтвердження локалізації та сформований масив адміністративних даних орієнтовані переважно на товари. Для зазначених категорій буде необхідно розробити адаптовані форми оцінювання, у яких спільна логіка D1—D6 поєднуюватиметься зі специфікою процесів надання послуг і виконання робіт. Наявність цих обмежень не заперечує методичної цінності запропонованої моделі, а визначає напрями її подальшого вдосконалення, апробації та інституційного впровадження.

Напрями розвитку моделі оцінювання градації технологічності товарів, послуг і робіт

Наявні обмеження запропонованої моделі обумовлюють напрями її подальшого методичного й інституційного розвитку. Насамперед ідеться про уточнення вагових коефіцієнтів показни-

ків D1—D6, що дасть змогу більш повною мірою врахувати відмінності у впливі окремих складових на загальний рівень технологічності. У даному контексті перспективним є також розроблення галузевих модифікацій моделі, у межах яких зберігатиметься єдина логіка оцінювання і разом з тим конкретизуватимуться порогові значення, зміст індикаторів, склад підтверджувальних документів відповідно до особливостей окремих видів економічної діяльності. Можливе створення цифрової платформи, її інтеграція з наявними ERP- і MES-системами, державними реєстрами, інформаційними ресурсами у сфері публічних закупівель і статистичного спостереження сприятимуть масштабуванню моделі, зниженню адміністративних витрат і зменшенню залежності результатів від експертного трактування.

Окремим напрямом подальших досліджень є доповнення моделі індикаторами Індустрії 5.0, що відображатимуть людиноцентричність, сталість і стійкість виробничих систем⁸. Їх включення дасть змогу в перспективі доповнити технологічну складову оцінювання, розширивши її від визначення індексу базової технологічності до оцінювання людиноцентричності, раціонального використання ресурсів і стійкості виробничих процесів відповідно до принципів Індустрії 5.0. Однак на сучасному етапі для України пріоритетним залишається формування базових передумов Індустрії 4.0, оскільки цифрова ідентифікація, підключеність, інтероперабельність, автоматизація та системне використання даних ще не набули достатнього поширення у значній частині виробничих процесів. Тому повноцінне запровадження критеріїв Індустрії 5.0 доцільно розглядати як наступний етап розвитку моделі, що має спиратися на вже сформований технологічний фундамент Індустрії 4.0.

Висновки

Обґрунтовано методичний підхід до оцінювання технологічності виробничих процесів відповідно до принципів Індустрії 4.0. Запро-

поновано модель НГТ-4.0, яка створила умови для реалізації цифрової ідентифікації, відстежуваності, підключеності та інтероперабельності, цифрового опису й супроводу життєвого циклу, автоматизації та кіберфізичного виконання, використання даних для аналітики й підтримки рішень, а також вертикальної, горизонтальної та сервісної інтеграції. Їх узагальнення в індексі базової технологічності та подальше віднесення об'єкта до одного з рівнів T0—T5 забезпечує перехід від переважно описового трактування смарт-промисловості до формалізованого та придатного для практичного використання оцінювання. Принципове значення має те, що модель орієнтована не на формальну фіксацію наявності окремих цифрових технологій, а на визначення ступеня їх системного включення у виробничий процес. Такий підхід дає змогу відмежувати фрагментарну цифровізацію від реальної технологічної зрілості, яка передбачає взаємопов'язаність обладнання, даних, програмних систем і управлінських рішень. Запровадження порогових обмежень для базових вимірів D1—D3 додатково мінімізує компенсаційний ефект і запобігає необґрунтованому віднесенню до високих рівнів технологічності об'єктів, які не мають необхідних передумов цифрової взаємодії.

Важливою перевагою запропонованого підходу є його сумісність із чинною системою підтвердження локалізації. Ідеться не про створення паралельної адміністративної процедури, а про послідовне розширення вже сформованої інформаційної бази технологічним блоком оцінювання. Це дозволить поєднати показники економічної участі національного виробника у створенні продукції з характеристиками цифровізації, автоматизації, використання даних та інтеграції виробничого процесу. Для позицій, уже включених до переліку товарів із підтвердженим ступенем локалізації, може застосовуватися спрощене доповнення відомостей, тоді як нові заявники подаватимуть розширену форму. Такий порядок забезпечить поступовість інституційних змін і не створюватиме надмірного адміністративного навантаження.

Визначено, що в ширшому контексті запропонована модель формує передумови для посилення обґрунтованості державної промислової політики. Її застосування дасть змогу

⁸ Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021). *Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-centric and Resilient European Industry*. Luxembourg : Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/language-en>

ідентифікувати технологічно зрілі виробничі процеси, визначати пріоритетні напрями державного стимулювання, удосконалювати критерії публічних закупівель і формувати реєстр продукції з підтвердженим рівнем відповідності принципам Індустрії 4.0. Завдяки цьому технологічний розвиток може розглядатися не як абстрактна мета, а як вимірювана характеристика, пов'язана з конкретними інструментами регулювання, підтримки та структурної модернізації економіки.

Обґрунтовано, що ключова цінність НГТ-4.0 полягає в перетворенні концептуальних засад Індустрії 4.0 на прикладний інструмент оцінювання та прийняття рішень. Модель створює методичний зв'язок між технологічною модер-

нізацією виробництва, механізмами локалізації та завданнями державної економічної політики, формуючи підґрунтя для більш цілеспрямованої реіндустріалізації. Однак запропоновані шкала, кількісні межі та порогові правила мають пройти подальшу апробацію на фактичних даних. Перспективними напрямками дослідження є перевірка чутливості моделі, уточнення складу підтверджувальних документів, розроблення галузевих інтерпретацій показників, а також адаптація методики до оцінювання послуг і робіт. Саме така послідовність забезпечить перетворення моделі на повноцінний інституційний інструмент, здатний поєднати наукове обґрунтування, державне регулювання та практику реального сектору економіки.

ЛІТЕРАТУРА

- Амоша О. І., Нікіфорова В. А. Розвиток металургійної смарт-промисловості в Україні: передумови, проблеми, особливості, наслідки : науково-аналітична доповідь / НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 67 с.
- Брюховецька Н. Ю., Чорна О. А. Інтелектуалізація як пріоритетний напрям розвитку промислових підприємств в умовах Індустрії 4.0. *Економіка промисловості*. 2019. № 4 (88). С. 28—57. <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.04.028>
- Вишневський В. П., Князев С. І. Смарт-промисловість: перспективи і проблеми. *Економіка України*. 2017. № 7 (668). С. 22—37.
- Вишневський О. С. Вплив цифровізації на промисловість: проблеми визначення в країнах ЄС. *Економіка промисловості*. 2020. № 1 (89). С. 31—44. <https://doi.org/10.15407/econindustry2020.01.031>
- Дасив А. Ф., Мадых А. А., Охтеня А. А. Моделирование оценки уровня смарт-индустриализации. *Экономика промышленности*. 2019. № 2 (86). С. 107—125. <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.02.107>
- Залознова Ю. С., Чекина В. Д. Теоретичні засади фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості. *Економіка промисловості*. 2023. № 4 (104). С. 47—64. <https://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.047>
- Залознова Ю. С., Чекина В. Д. Стимулювання розвитку смарт-промисловості у просторовому аспекті: досвід для України. *Економіка промисловості*. 2025. № 1 (109). С. 3—19. <https://doi.org/10.15407/econindustry2025.01.003>
- Ляшенко В. І., Вишневський О. С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку : монографія / НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2018. 252 с. URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko_Vishnevsky_2018.pdf (дата звернення: 20.06.2026).
- De Carolis A., Macchi M., Negri E., Terzi S. A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies. *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing* / ed. by H. Lödding, R. Riedel, K.-D. Thoben, G. von Cieminski, D. Kiritsis. Vol. 513. Cham : Springer, 2017. P. 13—20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2
- Frank A. G., Dalenogare L. S., Ayala N. F. Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics*. 2019. Vol. 210. P. 15—26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Gomes P. C., Oliveira J. C. F., Tavares K. J. T., Melo F. J. C., Guimaraes Junior D. S. Industry 4.0 Maturity Model: An Assessment in Manufacturing Enterprises. *International Journal of Services and Operations Management*. 2025. Vol. 50, No. 1. P. 23—52. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2025.144185>
- Hatzichronoglou T. Revision of the High-Technology Sector and Product Classification. OECD Science, Technology and Industry Working Papers. No. 1997/02. Paris : OECD Publishing, 1997. <https://doi.org/10.1787/134337307632>
- Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies — Update 2020 / G. Schuh, R. Anderl, R. Dumitrescu, A. Krüger, M. ten Hompel (Eds.). Munich : acatech, 2020. 64 p. URL: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/> (дата звернення: 26.06.2026).
- Mittal S., Khan M. A., Romero D., Wuest T. A Critical Review of Smart Manufacturing and Industry 4.0 Maturity Models: Implications for Small and Medium-Sized Enterprises. *Journal of Manufacturing Systems*. 2018. Vol. 49. P. 194—214. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.10.005>
- Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffmann A., Giovannini E. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris : OECD Publishing, 2008. 162 p. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>

- Schumacher A., Erol S., Sihn W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*. 2016. Vol. 52. P. 161—166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Schumacher J., Gronau N. Comparing Industry 4.0 Maturity Models. *Industry 4.0 Science*. 2023. Vol. 39, No. 1. P. 16—33. <https://doi.org/10.30844/I4SE.23.1.16>
- Vyshnevskiy O., Bozhyk M. Smart Manufacturing as a Strategic Determinant of Ukraine's Industrial Policy amid Global Structural Transformations. *Journal of European Economy*. 2025. Vol. 24, No. 3. P. 308—333. <https://doi.org/10.35774/jee2025.03.308>
- Xu L. D., Xu E. L., Li L. Industry 4.0: State of the Art and Future Trends. *International Journal of Production Research*. 2018. Vol. 56, No. 8. P. 2941—2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Zeller V., Hocken C., Stich V. acatech Industrie 4.0 Maturity Index — A Multidimensional Maturity Model. *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0* / ed. by I. Moon, G. M. Lee, J. Park, D. Kiritsis, G. von Cieminski. Vol. 536. Cham : Springer, 2018. P. 105—113. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_14

Надійшла до редакції 07.07.2026

Прийнята до друку 02.08.2026

Опублікована 29.09.2026

REFERENCES

- Amosha, O. I., & Nikiforova, V. A. (2019). *Development of metallurgical smart industry in Ukraine: prerequisites, problems, features, and consequences*. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics [in Ukrainian].
- Bryukhovetska, N. Yu., & Chorna, O. A. (2019). Intellectualization as a priority direction of industrial enterprise development in the conditions of Industry 4.0. *Econ. promisl.*, 4 (88), 28—57. <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.04.028> [in Ukrainian].
- Vyshnevskiy, V. P., & Kniaziev, S. I. (2017). Smart industry: prospects and challenges. *Economy of Ukraine*, 7 (668), 22—37 [in Ukrainian].
- Vyshnevskiy, O. S. (2020). Impact of digitalization on industry: problems of definition in EU countries. *Econ. promisl.*, 1 (89), 31—44. <https://doi.org/10.15407/econindustry2020.01.031> [in Ukrainian].
- Dasiv, A. F., Madykh, A. A., & Okhten, A. A. (2019). Modelling the assessment of smart-industrialization level. *Econ. promisl.*, 2 (86), 107—125. <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.02.107> [in Russian].
- Zaloznova, Yu. S., & Chekina, V. D. (2023). Theoretical principles of financial and economic stimulation of the development of smart industry. *Econ. promisl.*, 4 (104), 47—64. <https://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.047> [in Ukrainian].
- Zaloznova, Yu. S., & Chekina, V. D. (2025). Stimulating the development of smart industry in the spatial aspect: experience for Ukraine. *Econ. promisl.*, 1 (109), 3—19. <https://doi.org/10.15407/econindustry2025.01.003> [in Ukrainian].
- Liashenko, V. I., & Vyshnevskiy, O. S. (2018). *Digital modernization of Ukraine's economy as an opportunity for breakthrough development*. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics. https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko_Vyshnevsky_2018.pdf [in Ukrainian].
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. In H. Lödding, R. Riedel, K.-D. Thoben, G. von Cieminski, & D. Kiritsis (Eds.), *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing* (IFIP Advances in Information and Communication Technology, Vol. 513, pp. 13—20). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15—26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Gomes, P. C., Oliveira, J. C. F., Tavares, K. J. T., Melo, F. J. C., & Guimaraes Junior, D. S. (2025). Industry 4.0 maturity model: an assessment in manufacturing enterprises. *International Journal of Services and Operations Management*, 50 (1), 23—52. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2025.144185>
- Hatzichronoglou, T. (1997). Revision of the high-technology sector and product classification. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 1997/02. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/134337307632>
- Schuh, G., Anderl, R., Dumitrescu, R., Krüger, A., & ten Hompel, M. (Eds.). (2020). *Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies — Update 2020*. Munich: acatech. <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>
- Mittal, S., Khan, M. A., Romero, D., & Wuest, T. (2018). A critical review of smart manufacturing and Industry 4.0 maturity models: implications for small and medium-sized enterprises. *Journal of Manufacturing Systems*, 49, 194—214. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.10.005>
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., & Giovannini, E. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161—166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Schumacher, J., & Gronau, N. (2023). Comparing Industry 4.0 maturity models. *Industry 4.0 Science*, 39 (1), 16—33. <https://doi.org/10.30844/I4SE.23.1.16>
- Vyshnevskiy, O., & Bozhyk, M. (2025). Smart manufacturing as a strategic determinant of Ukraine's industrial policy amid global structural transformations. *Journal of European Economy*, 24 (3), 308—333. <https://doi.org/10.35774/jee2025.03.308>

- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56 (8), 2941—2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Zeller, V., Hocken, C., & Stich, V. (2018). acatech Industrie 4.0 Maturity Index — A multidimensional maturity model. In I. Moon, G. M. Lee, J. Park, D. Kiritsis, & G. von Cieminski (Eds.), *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0* (IFIP Advances in Information and Communication Technology, Vol. 536, pp. 105—113). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_14

Received: 07.07.2026

Accepted: 02.08.2026

Published: 29.09.2026

Bohdan I. Lohvinenko, PhD in Economics, Research Fellow

E-mail: bodya00728@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

A MODEL FOR CLASSIFYING THE TECHNOLOGICAL COMPLEXITY OF GOODS, SERVICES AND WORKS BASED ON INDUSTRY 4.0 PRINCIPLES

The article substantiates the need to move from generalized assessments of the level of digitalization of enterprises and industries toward a process-oriented approach suitable for practical application in state industrial policy. It is shown that the current system for confirming the degree of product localization already generates a substantial body of administrative and economic data. However, the existing procedure does not make it possible to determine the actual compliance of a specific production process with the principles of Industry 4.0 or to distinguish the fragmented use of digital tools from systemic technological modernization. A technological gradation from T0 to T5 has been developed, the content and assessment criteria for six dimensions have been defined, a formula for calculating the Basic Technology Index has been proposed, and threshold conditions for assigning assessed objects to the respective levels have been substantiated. The practical significance of the model for business and the economy has been determined, as its application will contribute to greater comparability of assessed objects, technological modernization, and targeted reindustrialization. The main advantages and limitations of the proposed model have been analyzed, while the conditions for its practical application and the potential risks associated with its scaling have been identified. Using hypothetical examples, the procedure for assessing the technological maturity of production processes, calculating the Basic Technology Index, and assigning goods, services, and works to the relevant levels has been demonstrated. Further research directions have also been identified, including testing the model on actual data, refining weighting coefficients and threshold values, developing sector-specific interpretations of the indicators, digitalizing the assessment procedure, and gradually supplementing the model with indicators of human-centricity, sustainability, and resilience in accordance with the principles of Industry 5.0.

Keywords: industrial policy, smart industry, Industry 4.0, technological readiness, localization, registry, digitalization.