

Олександр Сергійович Сердюк,

д-р екон. наук, старший дослідник,

ORCID 0000-0003-3049-3144

e-mail: oleksandrserdyk@ukr.net

Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА КРАУДІНВЕСТИНГОВА ПЛАТФОРМА В СИСТЕМІ ДЕРЖАВНОЇ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ¹

Вступ. Формування ефективної державної промислової політики є одним із ключових завдань соціально-економічного розвитку України. Попри наявність окремих стратегічних документів і програм підтримки промисловості, цілісна система державного управління індустріальним розвитком досі перебуває на етапі становлення. Наприклад, законопроект «Про засади державної промислової політики» [1], який наразі розглядається Верховною Радою України, лише окреслює загальні принципи державної участі у регулюванні промислового сектору, проте поки не створює комплексної інституційної та інструментальної основи для реалізації узгодженої промислової стратегії. У результаті чинні механізми підтримки — гранти, програми локалізації, пільгове кредитування — залишаються фрагментарними, що не дозволяє сформувати цілісне економічне середовище, здатне забезпечити стійке зростання промислового виробництва.

В умовах післявоєнного відновлення та глобальної технологічної конкуренції постає потреба в удосконаленні механізмів управління промисловою політикою. Традиційна адміністративно-дотаційна модель має поступово трансформуватися у державно-координаційну систему нового типу, де регуляторна роль держави поєднується з інструментами цифрової аналітики, відкритих даних та партнерської взаємодії. Такий підхід не зменшує, а навпаки — підсилює можливості держави як стратегічного координатора, забезпечуючи ефективніший розподіл ресурсів, прозорість фінансування та зменшення трансакційних витрат.

Розвиток технологій Індустрії 4.0 — штучного інтелекту, Інтернету речей, блокчейну — відкриває нові можливості для цифровізації промислових процесів і створення розумних механізмів державного управління. Водночас принципи Індустрії 5.0 розширюють цю парадигму, надаючи технологічному розвитку людиноцентричного та соціально-етичного змісту, що узгоджується з цілями сталого розвитку й інклюзивного зростання.

Отже, сучасна промислова політика України має розвиватися як інтелектуально керована екосистема державного регулювання, у межах якої стратегічна роль держави поєднується з аналітичними та комунікаційними можливостями цифрових технологій. Відповіддю на цю потребу може стати інтелектуальна краудінвестингова платформа, здатна інтегрувати державні, приватні та громадські ресурси в

єдину цифрову інвестиційну екосистему. Її функціонування формує інституційно-технологічний механізм координації, який поєднує аналітичні можливості Індустрії 4.0 з людиноцентричними орієнтирами Індустрії 5.0, забезпечуючи реалізацію нової моделі промислової політики України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання державного регулювання промислового розвитку та ролі інституцій у координації економічних процесів ґрунтовно досліджені у працях провідних економістів. Основи дирижистського підходу сформульовані Ф. Перру [3] та Ж. Монне [4], які розглядали державу як стратегічного координатора структурних трансформацій. Подальший розвиток цих ідей представлено у роботах М. Алле [5] та Р. Арона [6], що аналізують межі, інструменти й можливості державного втручання в умовах модернізації економіки. Кейнсіанська традиція підкреслює важливість поєднання державних стимулів і ринкової автономії, розглядаючи інвестиції як ключовий механізм забезпечення технологічного розвитку. Інституційний підхід, представлений працями Д. Гелбрейта [7], Д. Коммонса [8] та Д. Ходжсона [9], акцентує на значенні інститутів довіри, прозорості та механізмів узгодження інтересів у складних виробничих системах. Саме інституційний вимір стає визначальним у контексті сучасних технологічних трансформацій.

У дослідженнях Індустрії 4.0 та 5.0 — зокрема в роботах М. Кагерманна та Л. Шмідта — підкреслюється вплив кіберфізичних систем і потокових даних на трансформацію виробничих процесів [10, 11]. Е. Брінолфссон і А. МакАфі акцентують на ширших наслідках цифрової трансформації для продуктивності та організаційних моделей [12], тоді як М. Портер і Д. Хеппельман демонструють роль цифрових двійників і смарт-продуктів у формуванні нових ланцюгів створення вартості [13]. У межах Індустрії 5.0 Р. Бансал та Ю. Елангован звертають увагу на поєднання технологічної автоматизації з людиноцентричними принципами [14, 15].

Попри суттєвий науковий прогрес у дослідженні державної промислової політики, інституційної координації та цифрових трансформацій, сучасна література переважно розглядає ці напрями окремо — як теоретичні моделі дирижизму, інституціоналізму або технологічні концепції Індустрій 4.0 і 5.0. Натомість інтеграція цифрових технологій з інституційними механізмами державної промислової політики, а особливо застосування платформних

¹ Дослідження виконано в межах «Комплексного наукового дослідження щодо актуалізації промислової політики України на принципах Індустрій 4.0 та 5.0» Інституту економіки промисловості НАН України за рахунок бюджетних коштів, спрямованих на забезпечення проведення державними науковими установами наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок за результатами державної атестації.



рішень для зниження трансакційних витрат та підвищення прозорості інвестиційних процесів, залишається недостатньо розробленою. Саме тому виникає потреба у формуванні цілісної концептуальної моделі інтелектуальної краудінвестингової платформи, здатної поєднати технологічні можливості нових індустрій з інституційними завданнями політики промислового розвитку.

Метою статті є розроблення концептуальної моделі інтелектуальної краудінвестингової платформи, що поєднує аналітичні можливості технологій Індустрії 4.0 з людиноцентричними орієнтирами соціально-економічної парадигми Індустрії 5.0.

Обґрунтування доцільності створення інтелектуальної краудінвестингової платформи як інструменту актуалізації промислової політики України

Аналіз чинних і проєктних документів, що визначають рамки промислової політики України, — зокрема законопроєкту «Про засади державної промислової політики» [1] та чинної Концепції державної промислової політики [2], — засвідчує, що наявна модель державного регулювання промислового розвитку залишається орієнтованою на адміністративно-бюджетні інструменти. Вони відіграють важливу стабілізуючу роль у періоди економічної турбулентності, забезпечуючи макроекономічну рівновагу та можливість державного втручання у кризові періоди. Разом з тим, така державно-координована модель має обмежену гнучкість у частині координації між учасниками промислової екосистеми — державними інституціями, бізнесом і науковими структурами. Її характерною рисою є концентрація у держави функцій стратегічного планування, розподілу ресурсів і контролю за виконанням програм, що цілком відповідає положенням дирижистської теорії економічного розвитку.

Зазначені риси найбільш виразно проявляються у положеннях Концепції державної промислової політики, затвердженої Указом Президента України № 102/2003 р. Документ відображає класичну дирижистську теорію державного регулювання економіки, зосереджену на адміністративному плануванні, реалізації галузевих програм і концентрації бюджетних ресурсів у пріоритетних напрямках. Такий підхід відповідав завданням економічної стабілізації після трансформаційної кризи 1990-х років, коли головною метою держави було збереження промислового потенціалу. Проте в умовах швидкої технологічної трансформації та глобальної конкуренції подібна модель дедалі більше обмежує інноваційну динаміку та гнучкість промислового розвитку.

Теорія дирижизму сформувалася в європейській економічній думці після Другої світової війни й стала одним із ключових інтелектуальних напрямів державного інтервенціонізму. Її засади викладені у працях Франсуа Перру [3], який обґрунтував концепцію «планомірного розвитку» як форми державної координації ринку, та Жана Монне [4], архітектора французького планування, який розглядав державу як «каталізатор структурних перетворень». Пізніше ці ідеї були розвинуті у межах теорії «керованого капіталізму» (Моріс Алле [5], Раймон Арон [6]) і практично реалізовані у стратегіях індустріального розвитку Франції, Японії, Південної Кореї.

У своїй основі теорія дирижизму виходить із переконання, що ринкові механізми самі по собі не

здатні забезпечити стратегічну модернізацію економіки, особливо у секторах із високою капіталомісткістю, довгими інвестиційними циклами та значними зовнішніми ефектами. Вона наголошує, що промисловий розвиток потребує цілеспрямованої координації з боку держави, яка повинна не лише формувати загальні правила гри, а й активно впливати на розподіл ресурсів, напрямки технологічних інновацій і структуру національного виробництва. Метою такого підходу є забезпечення сталого зростання через керований розвиток пріоритетних секторів. Відповідно до цієї логіки, держава розглядається як головний рушій структурних перетворень, здатний акумулювати ресурси, зменшувати інвестиційні ризики та стимулювати розвиток галузей, що визначають довгострокову конкурентоспроможність країни. Такий підхід спирається на тезу про «планомірний розвиток», сформульовану Ф. Перру, відповідно до якої ринкова координація доповнюється системою державного планування, спрямованого на узгодження приватних і суспільних інтересів.

Проте окремі положення дирижистської теорії зазнають критики навіть з боку економічних шкіл, які також відстоюють позицію активної участі держави в розвитку економіки. Зокрема, з позицій кейнсіанської економічної школи, жорстке планування та надмірна централізація управління знижують ефективність ринку, породжують інформаційну інерцію та підвищують трансакційні витрати. У результаті держава, намагаючись координувати всі елементи промислової системи, ризикує перетворитися на «адміністративного власника ризику», тоді як у кейнсіанській логіці основний ризик і винагорода мають залишатися у приватного сектору.

Таким чином, кейнсіанський підхід пропонує перехід від моделі державного диригування до моделі державного стимулювання, у якій стратегічні цілі поєднуються з ринковими механізмами саморегуляції.

Водночас варто підкреслити, що кейнсіанська теорія не заперечує стратегічного характеру промислової політики, але пропонує інший механізм її реалізації — через економічні стимули замість адміністративного управління. Замість концентрації повноважень у державних інституціях вона робить акцент на мобілізації приватного капіталу, розширенні внутрішнього попиту, підвищенні доходів населення та створенні умов для інвестиційної активності підприємств. Такий підхід дозволяє поєднати державну стратегічну мету з автономією бізнесу, забезпечуючи більш динамічну та гнучку реакцію на технологічні й кон'юнктурні зміни.

Схожої думки дотримуються послідовники еволюційного напрямку інституціональної школи економіки — Д. Гелбрейт [7], Д. Коммонс [8] та Д. Ходжсон [9], які вважають, держава повинна діяти як «архітектор інституцій», а не адміністратор економіки. Вона має спрямовувати свою активність на формування стійкого інституційного середовища, яке забезпечує довіру, передбачуваність і кооперацію між учасниками економічної системи. Такий підхід ґрунтується на розумінні того, що ефективність державної політики визначається не масштабом регулювання, а якістю створених інститутів — правил, стимулів і механізмів узгодження інтересів між державою, бізнесом і суспільством. На відміну від дирижистської моделі, що спирається на централізо-

ване планування, еволюційний інституціоналізм розглядає державу як каталізатор інституційної ко-еволюції, який сприяє взаємній адаптації економічних агентів до технологічних і ринкових змін. У цьому контексті державне регулювання набуває форми платформної координації, де роль уряду полягає у підтримці партнерств, створенні інформаційних каналів, стимулюванні інноваційної активності та зниженні трансакційних витрат.

Разом із цим, у сучасних технологічних умовах реалізація дирижистської моделі розвитку промисловості стикається зі зростаючими трансакційними витратами, що зумовлено насамперед виробничими аспектами технологій Індустрії 4.0. Інтеграція роботизованих ліній, адитивного виробництва, гнучких виробничих систем і кіберфізичних комплексів істотно ускладнює архітектуру промислового середовища. Кожна виробнича одиниця перетворюється на елемент багаторівневої техніко-економічної мережі, де рішення ухвалюються на основі численних взаємопов'язаних параметрів — від завантаженості обладнання до логістичних обмежень і коливань енергоспоживання.

Для дирижистської моделі, що спирається на централізоване планування та жорстку вертикаль підпорядкування, така складність означає різке збільшення витрат координації. Щоб забезпечити узгодженість у ланцюгах вартості, державним органам доводиться залучати численні рівні адміністративного контролю, погодження технічних і фінансових параметрів, що підвищує витрати часу, ресурсів та оброблення інформації. Виникає своєрідний «ефект інституційного перевантаження», коли кожне нове виробниче вдосконалення породжує додаткові бюрократичні процедури.

Крім того, поширення технологій масової кастомізації та дрібносерійного виробництва, властивих Індустрії 4.0, знижує ефективність традиційних галузевих програм і централізованих планів. У цьому контексті дирижистський механізм виявляється надто інерційним, щоб оперативного реагувати на зміну попиту, технологічні інновації чи появу нових типів виробництва. У результаті зростають трансакційні витрати узгодження, адаптації та моніторингу, а система регулювання поступово втрачає здатність забезпечувати належний рівень ефективності.

Застосування кейнсіанського підходу до розбудови промислової політики частково може послабити проблему надмірних витрат координації. На відміну від дирижистської моделі, кейнсіанський підхід не передбачає централізованого управління виробничими процесами, а зосереджується на створенні умов для самостійного прийняття рішень економічними агентами. Координація тут досягається не через адміністративні накази, а через економічні стимули, які вирівнюють мотивації держави, бізнесу та споживачів. Така логіка дії дозволяє скоротити кількість вертикальних управлінських ланок і зменшити витрати, пов'язані з контролем, звітністю та погодженнями рішень між рівнями державного апарату.

Замість детального централізованого планування держава в межах кейнсіанської моделі виступає регулятором середовища, а не адміністратором кожної транзакції. Вона спрямовує політику на підтримку платоспроможного попиту, стимулювання інвестиційної активності та розвиток інфраструк-

тури, що дає змогу приватним підприємствам самостійно ухвалювати виробничі рішення в межах визначених макроекономічних орієнтирів. Це не лише знижує трансакційні витрати координації, але й зменшує інформаційне навантаження на державні інституції, які втрачають потребу контролювати велику кількість виробничих параметрів.

Крім того, кейнсіанська логіка дозволяє інтегрувати інноваційні підприємства у державну стратегію через фінансові важелі — кредити, гарантії, субсидії, податкові пільги — без прямого втручання у технологічні процеси. Такий механізм формує гнучку систему стимулів, що сприяє адаптації економічних агентів до технологічних змін, знижуючи витрати узгодження рішень і підвищуючи швидкість реакції економіки на зовнішні виклики.

Проте в сучасних технологічних умовах навіть кейнсіанська модель не позбавлена проблеми зростання трансакційних витрат. Водночас, завдяки децентралізованому характеру розподілу повноважень і ринковим механізмам координації, ці витрати є суттєво нижчими, ніж у дирижистській системі. Насамперед це стосується питання залучення капіталу. Згідно з кейнсіанською логікою, провідну роль у цьому процесі мають відігравати приватні інвестиції, складність залучення яких зростає під впливом виробничих трансформацій, зумовлених технологіями Індустрії 4.0.

З поширенням автоматизації, роботизації та цифрового проектування промислові проекти стають технологічно складнішими та більш взаємозалежними. Це створює новий тип інформаційної асиметрії між підприємствами, державою й потенційними інвесторами: для оцінки кожного проекту потрібно більше технічної інформації, фінансових моделей і аналітичних даних, що істотно підвищує витрати на збір, перевірку й оброблення інформації. У свою чергу, модульність і гнучкість виробничих систем, які є характерними для Індустрії 4.0, призводять до фрагментації інвестиційних об'єктів. Капітал розподіляється між численними малими виробничими структурами, стартапами та технологічними лабораторіями, кожна з яких вимагає окремої оцінки ризиків, потенціалу та сумісності з іншими учасниками виробничого ланцюга. У результаті зростають витрати координації — на погодження стандартів, інтеграцію технічних рішень і моніторинг використання ресурсів.

Крім того, швидка зміна технологій і скорочення життєвих циклів інновацій посилюють невизначеність для інвесторів, збільшуючи потребу в постійному оновленні даних і перевірці результатів реалізації проектів. Це породжує додаткові витрати моніторингу та контролю, особливо у високотехнологічних секторах, де виробництво відбувається у форматі мережевої взаємодії численних учасників.

Нарешті, розширення горизонтальних зв'язків між підприємствами, науковими установами та фінансовими структурами ускладнює управління довірою та прозорістю фінансових потоків. Для забезпечення узгодженості дій і запобігання ризикам дублювання або нецільового використання коштів необхідні численні процедури погодження, звітності та аудиту, що підвищує трансакційні витрати узгодження й верифікації.

Подолання цих обмежень потребує нових інституційних рішень, здатних забезпечити прозо-

рість, швидкість і достовірність взаємодії між учасниками інвестиційного процесу в умовах зростаючої технологічної складності. Досягненню цих цілей може посприяти інтелектуальна краудінвестингова платформа, яка поєднує механізми фінансової мобілізації з аналітичним потенціалом технологій Індустрії 4.0. Її призначення полягає у створенні нового формату координації, де інвестиційні рішення ухвалюються не адміністративно, а на основі даних, довіри й колективної раціональності учасників ринку, що узгоджується з кейнсіанською логікою державного стимулювання інвестицій.

Водночас, функціонал такої платформи здатен підтримувати і соціально орієнтовані цілі парадигми Індустрії 5.0 — створення умов для інклюзивної участі різних груп економічних агентів у процесі інвестування, розвитку партнерських форм співпраці та підвищення ролі людського капіталу в інноваційному розвитку. Платформа забезпечуватиме відкритий доступ до інформації про промислові проекти, формуватиме довіру між інвесторами й виробниками, стимулюватиме колективне прийняття рішень і спільне створення доданої вартості. У такий спосіб технологічна ефективність Індустрії 4.0 поєднуватиметься з людиноцентричними принципами Індустрії 5.0, перетворюючи цифрову інфраструктуру інвестування на соціально відповідний інститут розвитку, який узгоджує економічну результативність із суспільними пріоритетами сталості та співучасті.

Важливо зауважити, що потенціал технологій Індустрії 4.0 здатен підвищити ефективність не лише внутрішнього функціоналу самої платформи, а й зовнішніх процесів промислової взаємодії — тих, що формують інформаційні потоки, які надходять до платформи. Зокрема, смарт-підприємства як носії технологій Індустрії 4.0 забезпечують можливість безперервного обміну даними між виробничими системами, інвесторами та державними структурами, створюючи тим самим основу для інтеграції у платформну екосистему.

Смарт-підприємство представляє собою інституційно-технологічну систему, ядром якої є смарт-фабрика — цифровізоване виробництво з вбудованими кіберфізичними системами, сенсорами та інтегрованими рівнями керування. У межах смарт-фабрики формуються «цифрові двійники» процесів³, реалізуються предиктивне обслуговування обладнання, автоматизований контроль якості та простежуваність партій у реальному часі; роботи працюють у єдиному інтероперабельному контурі, а замкнений цикл «дані → аналітика → рішення → виконання» забезпечує безперервну оптимізацію витрат, графіків і загальну ефективність обладнання.

Поза виробничим «серцем» смарт-підприємство включає низку структурних елементів, що забезпечують зв'язок із зовнішнім середовищем і підтримують керуваність та адаптивність усієї системи.

Цифрові системи управління — інтегровані програмні комплекси, які поєднують функції планування ресурсів підприємства, керування виробничими процесами, розробки продукції та взаємодії з

клієнтами. Вони забезпечують наскрізне планування, бюджетування й управління життєвим циклом виробу.

Системи бізнес-аналітики — сховища даних і програмні рішення для глибокого аналізу виробничих і фінансових показників. Вони дають змогу будувати інтерактивні панелі ефективності, відстежувати ключові показники продуктивності, прогнозувати ризики та моделювати сценарії розвитку.

Цифрові ланцюги постачання — інтелектуальні системи керування закупівлями, постачальниками та логістикою, що використовують електронний документообіг, автоматичну ідентифікацію матеріалів і технології блокчейну для забезпечення прозорості походження та простежуваності товарів.

Платформи для співпраці — цифрові середовища взаємодії між підприємством, партнерами, науковими установами та замовниками. Вони сприяють спільній розробці інновацій, узгодженню виробничих процесів і координації спільних проектів.

Цифрові робочі місця — інструменти для підвищення продуктивності персоналу, що поєднують мобільні застосунки, інтерактивні панелі управління, технології доповненої реальності та колаборативні роботи. Їхнє завдання — розширити людську участь у виробництві, зробивши її безпечнішою та ефективнішою.

Системи кібербезпеки — комплекс заходів і технологій, спрямованих на захист промислових мереж, даних і програмного забезпечення. Вони базуються на принципах довірених зон, багаторівневої автентифікації та моніторингу інцидентів у режимі реального часу.

Цифрова інфраструктура — технічне середовище, яке забезпечує функціонування всіх інших елементів: хмарні та периферійні обчислення, високошвидкісні мережі передачі даних, спільні бази даних і системи інтеграції, що забезпечують масштабованість та сумісність.

Автоматизовані виробничі системи — роботизовані лінії, гнучкі виробничі клітини та 3D-друк, які реалізують рішення, сформовані аналітичними системами підприємства, і забезпечують виконання виробничих завдань із мінімальним втручанням людини.

У такій архітектурі смарт-фабрика виступає технологічним ядром, тоді як перелічені структурні елементи формують організаційно-комунікаційний контур підприємства (рис. 1). Їхня узгоджена взаємодія забезпечує прозорість інформаційних потоків, автоматизоване формування аналітичних даних про виробничі процеси та контроль ефективності у реальному часі. Такий рівень цифрової інтеграції створює передумови для появи нових форм економічної координації — зокрема, цифрових інвестиційних екосистем, які здатні поєднати виробничі дані з фінансовими потоками. Саме в цьому контексті відкривається можливість розглянути потенціал інтелектуальної краудінвестингової платформи як механізму, що інтегрує підприємства, інвесторів і державу у спільну систему промислового розвитку.

³ Віртуальна модель реального процесу, яка постійно синхронізується з ним за допомогою потоків даних від сенсорів, пристроїв Інтернету речей тощо.



Рис. 1. Структурні елементи смарт-підприємства

Концептуальна модель інтелектуальної краудінвестингової платформи в системі промислової політики України

Попри концептуальні та регуляторні переваги кейнсіанського підходу до промислової політики, він не усуває проблем, зумовлених зростанням технологічної та інформаційної складності виробництва в умовах Індустрії 4.0. У контексті цифровізації проми-

слових процесів і формування нової парадигми обміну даними виникають додаткові типи трансакційних витрат, пов'язаних із верифікацією, координацією та оцінюванням інвестиційних проєктів (табл. 1). Саме ці чинники визначають обмеження ефективності кейнсіанського підходу до стимулювання інвестицій у високотехнологічну промисловість та обґрунтовують потребу у створенні нових інституційних механізмів.

Таблиця 1. Чинники та прояви трансакційних витрат в умовах Індустрії 4.0, характерні зокрема для кейнсіанського підходу до промислової політики

Чинники	Прояви чинників	Вплив на трансакційні витрати
Інформаційна асиметрія та невизначеність	Неповна або нерівнодоступна інформація про проєкти; недовіра до звітності; різна якість даних	Зростання витрат на аудит, перевірку, консалтинг; уповільнення інвестиційних рішень
Висока техніко-аналітична складність проєктів Індустрії 4.0	Складність оцінки цифрових двійників, роботизованих систем, IoT-даних; потреба у спеціалізованій експертизі	Підвищення витрат на технічні експертизи, тестування, перевірку технологічних ризиків
Складність контракування	Високий рівень технічних вимог; багатетапність проєктів; часті зміни параметрів	Великі витрати на юридичний супровід, координацію контрактів, періодичний перегляд умов
Необхідність верифікації потокових даних	Значні обсяги оперативних даних IoT; різниця між фактичними процесами та звітністю; необхідність підтвердження даних у реальному часі	Зростання витрат на моніторинг, валідацію, перевірку достовірності виробничих показників
Ризик опортуністичної поведінки	Приховування реальних операційних даних; зміна поведінки після залучення фінансування; невиконання зобов'язань	Витрати на контроль, забезпечення, страхування; збільшення премії за ризик
Неформальні інститути в частині інформаційної прозорості	Корупційні рішення; закритість процедур; суб'єктивність оцінювання	Витрати на незалежні перевірки, репутаційний аудит, посередництво
Координаційна складність у виробничих ланцюгах	Велика кількість контрагентів; неоднорідна цифрова сумісність; потреба в перевірці постачальників	Витрати на узгодження стандартів, оцінку надійності партнерів, аудит ланцюгів вартості
Витрати на синхронізацію очікувань	Швидкі технологічні зміни; нестабільні ринкові тренди; короткі життєві цикли інновацій	Часті перегляди прогнозів, переоцінка ризиків, адаптація бізнес-моделей

Одним із ключових чинників є інформаційна асиметрія та невизначеність, яка в умовах Індустрії 4.0 набуває якісно нового змісту. Підприємства генерують великі масиви операційних і технічних даних через IoT-сенсори, цифрові двійники та роботизовані комплекси, проте висока структурна складність цих даних ускладнює їх інтерпретацію зовнішніми аналі-

тиками. Це потребує залучення спеціалізованої експертизи, підвищує витрати на аудит і перевірку достовірності інформації та уповільнює ухвалення інвестиційних рішень. У взаємозв'язку з цим проявляється й висока техніко-аналітична складність проєктів Індустрії 4.0, зумовлена багаторівневими технологічними ландшафтами, складністю моделювання кібер-

фізичних систем та необхідністю оцінювання інтеграційних рішень. Сукупність цих факторів формує значний обсяг трансакційних витрат на аналітику та оцінювання, подовжуючи інвестиційний цикл і знижуючи ефективність державного стимулювання.

Значущим джерелом трансакційних витрат є також складність контракування в умовах швидкої технологічної еволюції. Контракти на впровадження цифрових технологій містять численні технічні параметри, вимоги до сумісності та кібербезпеки, що потребує регулярного оновлення умов і залучення юридичних та технічних фахівців. Додаткового значення набуває й верифікація потокових виробничих даних, на яких ґрунтується оцінювання ефективності активів та виконання інвестиційних зобов'язань. Відсутність уніфікованих стандартів, складність технічного аудиту й ризики недостовірності цифрових звітів створюють додаткове навантаження на механізми контролю та знижують передбачуваність реалізації стимулів.

На тлі ускладнення інформаційних потоків посилюється ризик опортуністичної поведінки. Складність цифрових систем відкриває можливість для приховування операційних даних, маніпуляції показниками або зміни поведінки після отримання фінансування. Це формує значні витрати на моніторинг, страхування, забезпечення та зовнішню верифікацію. Паралельно діють і неформальні інститути, що погіршують прозорість процесів відбору й оцінювання проєктів. Високий рівень спеціалізації та закритість технологічної інформації підсилюють ризики суб'єктивних рішень та інсайдерських переваг, що змушує інвесторів і державні структури здійснювати альтернативні оцінки та репутаційний аудит.

Важливим чинником є також координаційна складність у виробничих ланцюгах Індустрії 4.0. Висока диференціація постачальників, інтеграторів та розробників цифрових рішень, а також відсутність єдиних стандартів цифрової сумісності ускладнюють оцінювання надійності контрагентів, перевірку відповідності технічних параметрів і дотримання вимог кібербезпеки. Це зумовлює значні витрати на узгодження, підтримку взаємодії та вирішення технічних розбіжностей. На цьому тлі формується ще одна група витрат – витрати на синхронізацію очікувань між економічними агентами. У швидкозмінному технологічному середовищі підприємства та інвестори змушені регулярно оновлювати прогнози, адаптувати стратегії й переоцінювати ризики, що підсилює загальну невизначеність та формує додаткові витрати на координацію інвестиційних рішень.

Таким чином, представлені чинники демонструють, що в умовах Індустрії 4.0 трансакційні витрати суттєво обмежують ефективність реалізації кейнсіанського підходу до промислової політики, оскільки формують додаткові бар'єри для швидкого й результативного перерозподілу інвестиційних ресурсів. Поглиблення інформаційної складності, поява потокових даних реального часу, зростання технологічної

диференціації та координаційні виклики у промислових екосистемах посилюють асиметрію інформації, збільшують вартість верифікації та контролю й уповільнюють ухвалення інвестиційних рішень. У сукупності ці фактори не заперечують концептуальних переваг кейнсіанського підходу, але чітко окреслюють потребу в його модернізації через запровадження цифрових інституційних рішень нового покоління, здатних знижувати інформаційні, координаційні та верифікаційні витрати у високотехнологічних промислових системах.

Попри те, що перелічені чинники трансакційних витрат є прямим наслідком зростаючої виробничої складності та технологічної фрагментації промислових систем Індустрії 4.0, важливо враховувати їхній двоєдиний характер. З одного боку, саме виробничі аспекти технологій – складні кіберфізичні системи, автономні модулі, роботизовані комплекси, цифрові двійники та високовимірні операційні дані – створюють нові бар'єри для координації, верифікації й оцінювання проєктів, формуючи відповідні трансакційні витрати. З іншого боку, інформаційні компоненти Індустрії 4.0 – інструменти обробки потокових даних, технології розподілених реєстрів, алгоритмічна аналітика, машинне навчання, засоби автоматизованої верифікації та стандартизації даних – мають значний потенціал для мінімізації саме тих витрат, які виникають під впливом виробничої складності. За умови належної інституціоналізації ці технології здатні забезпечити прозорість, оперативність, контрольованість даних, уніфікацію процедур оцінювання та автоматичний розрахунок ключових техніко-економічних показників, що відкриває можливості для формування нових механізмів інвестиційної взаємодії.

Потенціал таких інформаційних рішень може бути реалізований у форматі інтелектуальної краудінвестингової платформи, інтегрованої з виробничими системами та адміністративними базами даних смарт-підприємств, що створює підґрунтя для принципово нового механізму інвестиційної координації. Принцип синхронізації передбачає встановлення безперервного інформаційного зв'язку між платформою та підприємствами, у межах якого виробничі та економічні дані автоматично передаються, агрегуються та верифікуються в режимі близькому до реального часу.

Синхронізація ґрунтується на інтеграції платформи з ключовими цифровими компонентами смарт-підприємства – системами IoT-моніторингу⁴, MES-платформами⁵, ERP-модулями⁶, цифровими двійниками та іншими джерелами операційних даних. Така інтеграція забезпечує автоматизоване отримання показників продуктивності, енергоспоживання, технічного стану обладнання, рівня виконання виробничих планів та інших параметрів, що є критично важливими для інвестиційної оцінки. На основі цих даних краудінвестингова платформа формує динамічні цифрові профілі підприємств і проєктів, автоматично

⁴ Система безперервного збору та передачі виробничих даних за допомогою мережі підключених сенсорів і пристроїв, які фіксують технічні параметри обладнання, операційні показники та стан виробничих процесів у режимі реального або близького до реального часу.

⁵ Цифрові системи оперативного управління виробництвом, які координують виконання виробничих операцій, синхронізують роботу обладнання, персоналу та ресурсів, забезпечують контроль виконання планів і збір детальних даних про хід виробничих процесів.

⁶ Інтегровані інформаційні системи, що забезпечують управління основними бізнес-процесами підприємства – фінансами, закупівлями, логістикою, персоналом, запасами та виробничим плануванням – формуючи єдину базу управлінської та адміністративної інформації.

оновлюючи їх відповідно до фактичної ситуації на виробництві.

Другим елементом синхронізації є уніфікація та стандартизація даних. Система автоматично приводить інформацію різних підприємств до спільних форматів і структур, що дозволяє забезпечити порівнянність КРІ⁷, прозорість оцінювання та усунути неоднорідність техніко-економічних показників. Це не лише знижує витрати на верифікацію, а й створює підґрунтя для алгоритмічного аналізу та прогнозування ризиків.

Третім компонентом є механізм двостороннього зворотного зв'язку, в рамках якого платформа не лише отримує дані, а й передає на вимогу інвесторів рекомендації підприємствам щодо оптимізації виробництва, деталізовані вимоги для отримання фінансування, результати автоматичного скорингу проєктів і сповіщення про відхилення від очікуваних траєкторій розвитку. Це забезпечує синхронізованість дій інвесторів, підприємств і державних структур, зменшуючи координаційні витрати та підвищуючи загальну ефективність управління інвестиційними потоками.

Для систематизації архітектури інтелектуальної краудінвестингової платформи доцільно представити її функціональні компоненти у вигляді модулів, згрупованих відповідно до їхньої цільової спрямованості. Одним із ключових модулів, що безпосередньо впливає на рівень трансакційних витрат, є *модуль верифікації даних*. Його призначення полягає у забезпеченні достовірності, повноти та узгодженості інформації, яка надходить з різних джерел смарт-підприємства та використовується для інвестиційного оцінювання. Модуль функціонує як багаторівнева система техніко-економічної перевірки, що поєднує автоматичні алгоритми, стандартизовані процедури та індикативні моделі ризик-аналізу.

На первинному рівні модуль верифікації здійснює контроль структурної цілісності даних, перевіряючи відповідність вхідної інформації встановленим форматам, технічним параметрам та базовим граничним значенням показників. Це дозволяє усунути помилки, що виникають через технічні розбіжності або некоректне формування наборів даних. Другий рівень включає аналіз змістової узгодженості показників, виявлення аномалій, зіставлення динаміки техніко-економічних параметрів із типовими виробничими патернами та прогнозними траєкторіями. На цьому етапі модуль використовує еталонні моделі процесуальних норм, що дозволяє виявляти відхилення, які можуть свідчити про реальні технічні збої, некоректні звіти або потенційні спроби маніпуляції. Третій рівень становить алгоритмічну перевірку достовірності, яка ґрунтується на методах статистичного аналізу, класифікації показників, аналізі трендів і перехресному зіставленні даних з різних джерел. Це дає змогу визначити ступінь інформаційної узгодженості та сформувані індикатори достовірності, що згодом використовуються у процесах оцінювання проєктів та визначення їхньої інвестиційної надійності.

Фінальним компонентом модулю є механізм перехресної верифікації, який зіставляє дані підприємства з інформацією, отриманою від зовнішніх джерел — адміністративних реєстрів, податкових і митних баз, даних сертифікації та технічного обслуговування. Це забезпечує об'єктивність оцінювання,

мінімізує простір для опортуністичної поведінки та дозволяє платформі виступати незалежним інститутом довіри між інвесторами, підприємствами та державними структурами.

Оскільки значну частку трансакційних витрат формують техніко-аналітична складність проєктів Індустрії 4.0, логічним продовженням архітектури платформи є *модуль техніко-економічного скорингу*, покликаний автоматизувати процедури їх оцінювання. Його функціонування ґрунтується на перетворенні великих масивів виробничих, технологічних і фінансових даних, отриманих під час синхронізації з підприємством, на інтегровані показники, які відображають реальний стан проєкту та його інвестиційну привабливість. Завдяки використанню алгоритмічної аналітики та моделей машинного навчання система здатна розпізнавати приховані взаємозв'язки між технічними параметрами, прогнозувати поведінку технологічних модулів за різних сценаріїв навантаження та оцінювати ймовірність виникнення критичних ризиків.

У межах цього модуля аналітичні операції переносяться з площини суб'єктивної експертної оцінки до формалізованого алгоритмічного процесу. Це дає змогу отримувати стандартизовані профілі проєктів, де технічні характеристики, виробнича динаміка, рівень цифрової інтеграції, енергетична ефективність і прогнозовані витрати циклу життя відображаються в єдиному зваженому індексі. Такий підхід зменшує потребу у численних експертизах, мінімізує ризики помилок, пов'язаних із людським фактором, та підвищує об'єктивність ухвалення інвестиційних рішень як з боку приватних інвесторів, так і державних структур.

Модуль техніко-економічного скорингу також слугує інструментом раннього виявлення потенційних відхилень від цільових траєкторій розвитку. Безперервне оновлення даних у режимі, наближеному до реального часу, забезпечує динамічний моніторинг стану проєкту та дозволяє коригувати оцінку його перспектив відповідно до змін операційних умов. У результаті процес оцінювання стає не разовим, а континуальним, що істотно знижує рівень невизначеності та скорочує витрати, пов'язані з повторними аудиторськими процедурами й уточненням технічної інформації.

З огляду на те, що узгодженість і точність техніко-економічної інформації є критичною передумовою для коректної роботи системи скорингу, наступним елементом архітектури стає *модуль стандартизації та уніфікації даних*. Його завдання полягає у трансформації різнорідних потоків виробничої, фінансової та адміністративної інформації, що надходять від різних підприємств, у єдину узгоджену структуру. Стандартизація забезпечує порівнянність ключових показників, дозволяє усунути неоднорідність форматів та методик обчислення, а також мінімізує ризики помилок, пов'язаних із неузгодженістю техніко-економічних параметрів. У межах цього модуля дані автоматично інтерпретуються відповідно до наперед визначених протоколів, коригуються з урахуванням галузевих специфікацій та приводяться до спільних систем вимірювання, що створює інформаційне підґрунтя для справедливого оцінювання проєктів різної технологічної складності. Завдяки цьому модуль

⁷ Ключові показники ефективності — кількісні метрики, що використовуються для оцінювання результативності підприємств, процесів або проєктів; у промисловості найчастіше включають продуктивність, рівень браку, ефективність використання ресурсів та ступінь виконання виробничих планів.

виконує роль операційного «вирівнювача» інформації, усуваючи ефекти фрагментації цифрових стандартів і забезпечуючи цілісність інформаційної інфраструктури платформи.

Завдяки стандартизованості та структурній узгодженості даних, що забезпечується попереднім модулем, створюються передумови для автоматизації не лише аналітичних процесів, а й формально-юридичних елементів інвестиційної взаємодії. Саме на цьому етапі логічним продовженням архітектури платформи постає *модуль контрактної автоматизації та смарт-угод*, який спрямований на мінімізацію витрат, пов'язаних із підготовкою, узгодженням і виконанням інвестиційних договорів. Функціональне ядро цього модуля полягає у перетворенні стандартизованої техніко-економічної інформації на формалізовані, алгоритмічно керовані зобов'язання, що фіксуються у цифрових контрактах. Використовуючи узгоджені параметри продуктивності, енергоспоживання, рівня виконання виробничих планів та інші показники, система автоматично генерує типові структури інвестиційних угод, де ключові умови — обсяги фінансування, терміни реалізації, пороги KPI, процедури контролю та сценарії реагування на ризики — задаються на основі об'єктивних і верифікованих даних. Модуль забезпечує автоматичне відстеження виконання контрактних умов завдяки постійній синхронізації з виробничими системами підприємства. У разі відхилення фактичних показників від погоджених параметрів смарт-угоди активують передбачені алгоритмами механізми реагування — повідомлення інвесторам, запуск коригувальних процедур, ініціювання перегляду умов або навіть часткове блокування фінансових потоків. Це не лише мінімізує ризики опортуністичної поведінки, а й суттєво скорочує обсяг ручної роботи, пов'язаної з моніторингом та юридичним супроводом.

Ключовою перевагою модуля є його здатність перетворювати фрагментовані, змінні та багаторівневі процеси контракування в інтегровану, прозору та прогнозовану систему. Завдяки автоматизованим процедурам узгодження, стандартизованим форматам документації та можливості алгоритмічного контролю модуль значною мірою знижує витрати на юридичний супровід, пришвидшує укладання договорів і забезпечує стабільність виконання зобов'язань у високотехнологічному середовищі, де швидкість реакції та точність даних є критичними. Таким чином, модуль контрактної автоматизації та смарт-угод формує інституційну основу довіри між підприємствами, інвесторами і державою, мінімізуючи витрати, що виникають через складність контракування, неоднорідність правових процедур і ризики недотримання умов угод. Він перетворює традиційно ресурсоємний процес формування договорів на цифровий і контрольований механізм, який органічно інтегрується в загальну логіку інтелектуальної краудінвестингової платформи.

Логічним продовженням модулю контрактної автоматизації є *модуль моніторингу виконання інвестиційних зобов'язань*, адже ефективність смарт-угод залежить не лише від якості їх укладання, а й від здатності платформної інфраструктури відстежувати фактичне виконання умов у динаміці. У проєктах Індустрії 4.0, де інвестиційні результати невід'ємно пов'язані з технічними параметрами виробництва, оперативний моніторинг є критичним інструментом мінімізації опортуністичної поведінки, забезпечення

довіри між сторонами та зниження витрат на контроль. У межах цього модуля платформа отримує дані від систем підприємства — показники продуктивності, технічної справності обладнання, енергоспоживання, виконання виробничих планів, темпів реалізації інноваційних заходів — і зіставляє їх зі структурою зобов'язань, визначених у смарт-контрактах. Такий підхід дозволяє автоматично відстежувати ступінь виконання KPI, своєчасність реалізації інвестиційних етапів та відповідність фактичних результатів заявленим у бізнес-плані. У випадку виявлення відхилень система генерує попереджувальні сигнали, активує умови смарт-угод або ініціює процедури коригування інвестиційної стратегії.

Особливу роль модуль відіграє у нейтралізації ризику опортуністичної поведінки, який значною мірою формується через асиметрію інформації та складність перевірки операційних даних. Алгоритмічна верифікація показників, що відбувається у режимі, наближеному до реального часу, мінімізує простір для приховування технічних збоїв, маніпуляції даними або затримки у виконанні інвестиційних етапів. Це скорочує витрати на зовнішні аудити, страхування та ручний моніторинг, перетворюючи контроль з реактивного на превентивний. Додатково модуль забезпечує прозорість взаємодії між інвесторами, підприємствами та державними структурами: оновлення статусу виконання зобов'язань відбувається автоматично, а аналітична панель платформи формує динамічні індикатори ризику, ступінь прогресу інвестиційних заходів і прогнозну оцінку досягнення запланованих результатів. У сукупності це не лише знижує координаційні витрати, а й формує інституційне середовище, у якому дотримання інвестиційних зобов'язань стає перевіряваним, прозорим і менш залежним від суб'єктивного втручання.

У міру того як знижується невизначеність щодо виконання інвестиційних зобов'язань, постає потреба в усуненні ще однієї групи чинників, що суттєво впливають на рівень трансакційних витрат — витрати, пов'язані з непрозорістю процедур відбору та суб'єктивністю оцінювання проєктів. Саме ці аспекти значною мірою формують середовище для неформальних інституційних практик, інсайдерських переваг та корупційних ризиків, які унеможливають рівний доступ до фінансування та підтримують довіру інвесторів. Тому логічним продовженням архітектури платформи стає *модуль прозорості процедур відбору та оцінювання*, покликаний забезпечити відкритість, формалізованість і контрольованість усіх етапів інвестиційного процесу.

Функціонування цього модуля базується на створенні уніфікованого цифрового простору ухвалення рішень, у межах якого кожний етап — від подання проєкту до формування інвестиційного рейтингу — супроводжується автоматично згенерованими слідами даних, що не можуть бути змінені без відповідної валідації. Система забезпечує повну відтворюваність процедур, фіксацію часових міток, доступність для аудиту та відстежуваність усіх дій учасників, створюючи інституційні запобіжники від суб'єктивності та маніпулювання. Ключовою характеристикою модуля є алгоритмічність оцінювання: значна частина процесів — від попереднього скорингу до виставлення техніко-економічних індикаторів — здійснюється на основі формалізованих правил, узгоджених галузевих норм та стандартизованих методик. Це мінімізує вплив людського чинника й дозволяє забез-

печити рівні умови для всіх підприємств незалежно від розміру, сфери діяльності чи рівня цифрової зрілості.

Разом із тим, модуль не обмежується лише оцінюванням: він формує інтерактивну систему прозорих процедур відбору, де інвестори, державні органи та підприємства отримують доступ до повної історії рішень, обґрунтувань, нормативних підстав і результатів експертних операцій. Такий рівень відкритості зменшує простір для неформальних практик, знижує витрати на зовнішні перевірки та репутаційний аудит, зміцнює довіру між учасниками й сприяє формуванню рівноправного інвестиційного середовища.

Попри підвищення прозорості процедур оцінювання, значна частина трансакційних витрат у високотехнологічних екосистемах формується не лише на рівні інституційних рішень, а й у межах взаємодії між численними учасниками виробничого процесу. В Індустрії 4.0 промислові ланцюги характеризуються високою фрагментованістю, різноманітністю цифрових стандартів і взаємозалежністю технологічних модулів, що суттєво ускладнює узгодження параметрів, синхронізацію операцій та забезпечення надійності контрагентів. Саме тому наступним елементом архітектури стає *модуль управління координацією в ланцюгах постачання*, покликаний мінімізувати витрати, пов'язані з багаторівневою взаємодією між підприємствами. Цей модуль забезпечує цифрову підтримку взаємодії між усіма учасниками виробничої екосистеми — постачальниками, інтеграторами, виробниками програмних рішень, логістичними операторами та кінцевими виробниками. Його основне завдання полягає в забезпеченні узгодженості технічних параметрів, стандартизації вимог до цифрової сумісності та оптимізації операційної синхронізації між контрагентами. Завдяки алгоритмічній координації, модуль дозволяє автоматично зіставляти вимоги до компонентів, контролювати відповідність технічних характеристик, відстежувати виконання проміжних зобов'язань і формувати рейтинги надійності постачальників на основі верифікованих даних.

Важливою функцією модуля є виявлення технічних та організаційних розбіжностей у ланцюгу постачання. Система ідентифікує невідповідності між плановими та фактичними параметрами постачань, аналізує ризики затримок, прогнозує можливі точки збою та пропонує коригувальні дії. Це дає змогу мінімізувати витрати на аудит постачальників і повторне узгодження технічних умов, які у традиційних виробничих моделях становлять значну частку координаційних витрат. Ще одним значущим компонентом є автоматизоване формування цифрових маршрутів узгодження та інформаційних «ланцюгів відповідальності». Система дозволяє відстежувати, на якому етапі та в кого знаходиться відповідальність за виконання конкретного технічного або логістичного завдання, що підвищує прозорість, зменшує імовірність помилок і скорочує час міжетапної координації.

Попри оптимізацію координаційних процесів у ланцюгах постачання, у високотехнологічних виробничих системах залишається ще одна фундаментальна група чинників, що істотно збільшує трансакційні витрати — це витрати на синхронізацію очікувань і подолання стратегічної невизначеності. У середовищі Індустрії 4.0 технологічні цикли скорочуються, ринкові тренди є нестабільними, а інтеграція інновацій відбувається нерівномірними хвилями. У таких умовах підприємства та інвестори потребують

не лише достовірних виробничих даних і прозорих процедур оцінювання, а й інструментів прогнозування динаміки проекту з урахуванням мінливих зовнішніх та внутрішніх параметрів. Саме цю функцію виконує *модуль прогнозування очікувань та управління невизначеністю*. Цей модуль інтегрує механізми алгоритмічного аналізу, моделювання сценаріїв і машинного навчання для формування прогнозних траєкторій розвитку інвестиційних проєктів. Використовуючи верифіковані техніко-економічні показники, дані про завантаженість виробничих потужностей, динаміку витрат, стан технологічних модулів і зовнішні ринкові індикатори, система створює багатопланові моделі майбутнього стану проєкту. Це дозволяє оцінювати його поведінку в умовах різних сценаріїв — від базових до стресових — та визначати ймовірність відхилення від цільових інвестиційних траєкторій.

Ключовою особливістю модуля є здатність трансформувати складні прогнози в індикатори, що зрозумілі інвесторам і учасникам проєкту: очікувані зміни продуктивності, ризики перевищення витрат, вірогідність технічних збоїв, прогнозований рівень відповідності KPI та можливі корекції стратегічних планів. У разі зростання невизначеності чи появи ранніх ознак ризикових тенденцій система автоматично генерує попереджувальні сповіщення, пропонує оптимізаційні заходи — корекцію графіка впровадження технологій, зміну конфігурації виробничих модулів або адаптацію обсягів залученого фінансування. Завдяки цьому модуль орієнтує платформу на випереджувальне управління ризиками, мінімізує витрати на повторні перегляди бізнес-планів і усуває інформаційні прогалини, що традиційно призводять до стратегічних помилок у проєктах Індустрії 4.0. Фактично він переводить процес ухвалення рішень зі сфери реакційної адаптації до сфери проактивного прогнозування, що істотно знижує витрати на синхронізацію очікувань, підвищує передбачуваність інвестиційних результатів та формує стабільне інформаційне середовище для довгострокового інвестування.

У міру того як модулі платформи забезпечують зниження ключових чинників трансакційних витрат — інформаційної асиметрії, складності верифікації, координаційних бар'єрів та ризиків опортуністичної поведінки — постає питання інституційної інтеграції цих функцій у систему промислової політики. Оскільки в кейнсіанській моделі держава відіграє провідну роль у стимулюванні інвестицій, координації економічних агентів та формуванні довгострокових структурних пріоритетів, її участь у платформі не може бути пасивною або зовнішньою. Навпаки, цифрова трансформація механізмів промислової політики передбачає, що держава має виступати повноцінним суб'єктом платформної екосистеми, отримуючи власні інструменти взаємодії та регуляторного впливу. З огляду на це логічним продовженням архітектури стає виокремлення спеціалізованих державних модулів, які забезпечуватимуть синхронізацію платформних процесів із цілями промислової політики, контроль за ефективністю державної підтримки, інтеграцію регуляторних вимог та формування стратегічних орієнтирів розвитку високотехнологічних секторів.

Першим серед таких елементів є *модуль державного нагляду та стратегічного моніторингу*, який забезпечує можливість відстеження динаміки інвестиційних процесів, техніко-економічного стану підпри-

емств та виконання умов державної підтримки. Інтегруючись із модулями верифікації, скорингу та моніторингу виконання зобов'язань, цей модуль формує для державних органів консолідовані аналітичні зрізи — галузеві, регіональні та проєктні. Завдяки цьому держава отримує інструмент об'єктивного контролю, заснований не на звітності, а на потокових даних виробничих систем, що мінімізує ризики спотворення інформації, підсилює дисципліну реалізації інноваційних проєктів та забезпечує точне визначення ефектів державної підтримки.

Другим ключовим елементом є *модуль управління державними стимулами*, який перетворює традиційні механізми субсидування, грантів чи податкових преференцій на гнучкі алгоритмічні інструменти. Використовуючи дані платформи, цей модуль автоматично коригує параметри державної підтримки відповідно до технологічної зрілості підприємства, рівня ризику, виконання інвестиційних етапів та галузевих пріоритетів. Модуль дозволяє забезпечити адресність, адаптивність та синхронізацію стимулів із фактичними потребами промислових екосистем, зменшуючи адміністративні витрати та усуваючи ризики неформальних рішень у розподілі ресурсів.

Третім компонентом державної участі виступає *модуль регуляторної інтеграції*, покликаний автоматизувати перевірку відповідності діяльності підприємств та інвестиційних проєктів чинним технічним регламентам, стандартам безпеки, екологічним вимогам і нормам промислової сертифікації. Він використовує дані зі смарт-систем підприємств та результати аналітичних модулів платформи для автоматичної інтерпретації відповідності регуляторним рамкам. Це забезпечує не лише прозорість регуляторних процедур, але й прискорює проходження дозвільних процесів, зменшуючи витрати бізнесу та адміністративне навантаження на державні органи.

Ще одним елементом державної присутності у платформі виступає *модуль стратегічного прогнозування та формування промислової політики*, який використовує дані всіх попередніх модулів — як платформних, так і державних — для моделювання майбутніх траєкторій розвитку секторів, оцінки технологічних ризиків, виявлення точок зростання та визначення пріоритетних напрямів структурної модернізації. Завдяки поєднанню реальних виробничих даних з алгоритмічними методами прогнозування держава отримує можливість ухвалювати стратегічні рішення не на основі декларацій чи експертних оцінок, а на основі динамічної, системної та технічно верифікованої інформації.

У сукупності ці модулі роблять державу не просто спостерігачем платформних процесів, а активним координатором, який інтегрує ринкову динаміку з інституційними пріоритетами промислової політики. Така участь підсилює ефект від роботи всієї платформи, забезпечує гармонізацію інтересів інвесторів, підприємств і суспільства та створює умови для системного розвитку високотехнологічних секторів економіки.

Узгоджена робота модулів платформи, їхній вплив на ключові чинники трансакційних витрат та інтеграція з інструментами державного регулювання формують цілісну архітектуру платформи. Структурну логіку цієї взаємодії подано на рисунку 2.

Представлена концепція інтелектуальної краудінвестингової платформи, створює передумови для підвищення ефективності реалізації державної про-

мислової політики. На відміну від традиційних підходів, де процес ухвалення рішень залежить від періодичної звітності підприємств, експертних суджень та часової інерції адміністративних процедур, платформа модель забезпечує державу інструментами, що працюють на основі оперативних і верифікованих даних, постійної аналітичної актуалізації та цифрової прозорості взаємодії. Ключовою особливістю цього підходу є те, що держава отримує доступ не до декларативної або агрегованої інформації, а до структурно узгоджених і перевірених даних, які відображають реальний стан виробничих процесів та динаміку інвестиційної активності. Такий рівень інформаційної насиченості усуває значну частину невизначеності, що традиційно супроводжує політичні рішення у сфері промислової політики, та знижує залежність від суб'єктивних оцінок. У момент, коли кожен техніко-економічний показник може бути оперативно відтворений, перевірений і співставлений із нормативними траєкторіями розвитку, змінюється сама логіка державного втручання — воно набуває рис превентивності, адаптивності та ситуаційної точності.

Завдяки інтеграції модулів платформи інформаційні потоки, необхідні для опрацювання державних рішень, формуються автоматично й безперервно. Це створює можливості для миттєво оцінювання стану галузей, виявлення відхилень у розвитку підприємств, аналізу ефективності застосованих стимулів та прогнозів наслідків можливих інтервенцій. Умовно кажучи, держава отримує «цифрове промислове поле», де кожен елемент промислової екосистеми відображений через верифіковані індикатори, доступні для аналізу в режимі близькому до реального часу. Завдяки такому інформаційному середовищу державні інституції більше не змушені покладатися на застарілі дані або періодичні аудиторські перевірки, що часто відображали минулі, а не поточні тенденції.

Особливого значення набуває можливість виявлення причинно-наслідкових зв'язків між технологічними змінами, структурними ризиками, динамікою інвестиційного попиту та результативністю державної підтримки. У традиційних системах такі зв'язки фіксувалися із суттєвими часовими лагами, що обмежувало ефективність інтервенцій. Натомість технологічні можливості платформи створюють аналітичну основу, яка дозволяє державним органам ідентифікувати структурні диспропорції на ранніх стадіях, адаптувати інструменти підтримки з урахуванням зміни технологічних пріоритетів, а також формувати більш точні прогнози галузевої динаміки. Такий підхід підсилює здатність держави реагувати на виклики Індустрії 4.0, де швидкість технологічних змін зумовлює потребу в оперативних та структурно обґрунтованих рішеннях.

Разом із цим, платформа мінімізує ризики упередженості та адміністративної суб'єктивності під час розподілу державних стимулів. Оскільки ухвалення рішень ґрунтується на стандартизованих техніко-економічних метриках, що автоматично порівнюються між підприємствами, зменшується простір для неформальних практик, ситуативних рішень або вибіркового застосування регуляторних вимог. Це створює умови для формування рівноправного інституційного середовища, де доступ до державної підтримки визначається не формальним статусом підприємства, а його фактичною ефективністю, цифровою зрілістю й здатністю забезпечити віддачу від інвестицій.

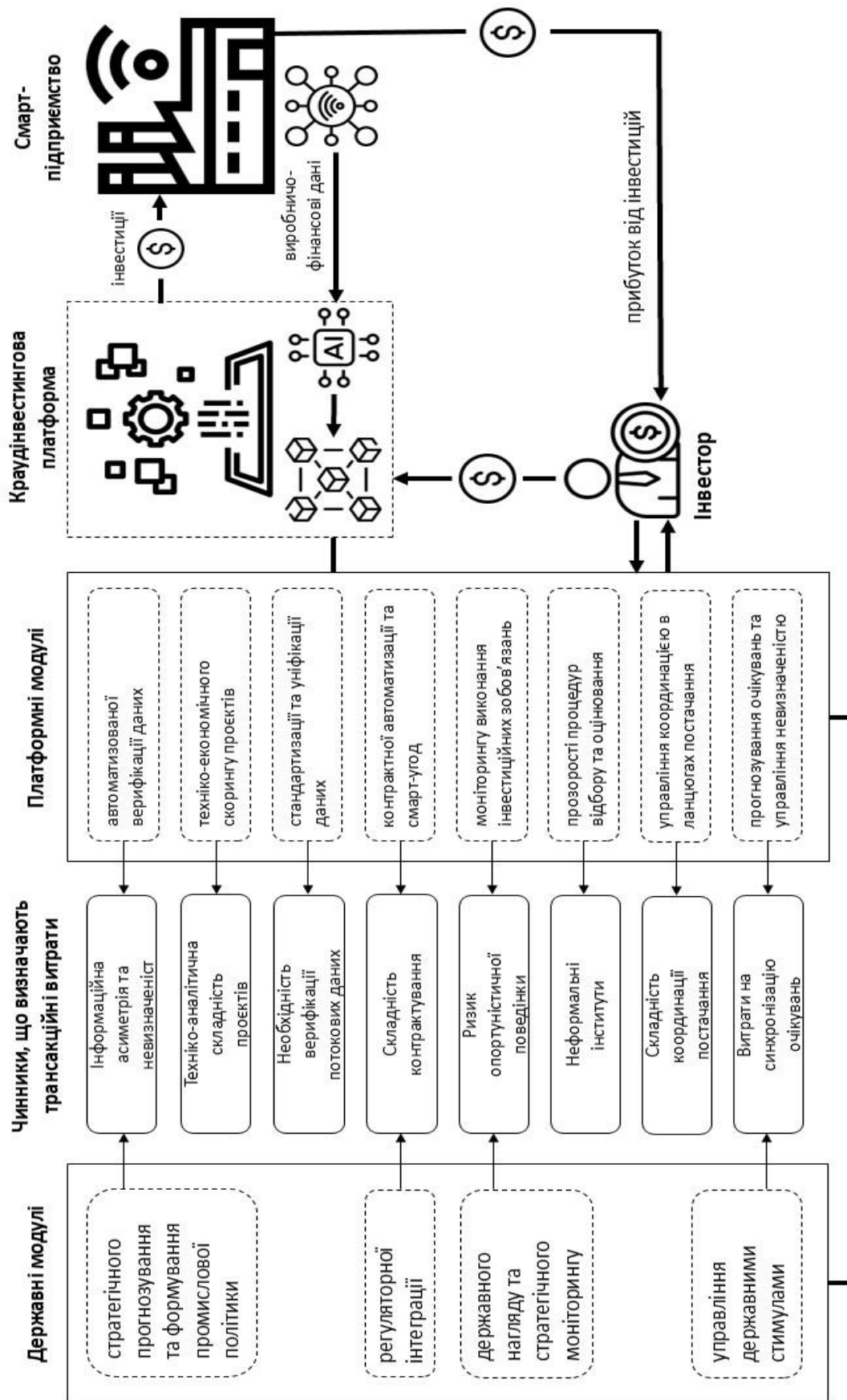


Рис. 2. Архітектура інтелектуальної краудінвестингової платформи та її регуляторно-виробничі зв'язки

Важливим ефектом є також прискорення циклу ухвалення рішень. В умовах постійної актуалізації даних, автоматичного формування профілів підприємств і змодельованих прогнозних сценаріїв держава може скоротити час між ідентифікацією потреби в регуляторному втручанні та фактичним запровадженням інструментів політики. Це є критичним для галузей, де інноваційні цикли скорочуються, а технологічні вікна можливостей є короткочасними. Платформа створює інфраструктуру, у межах якої держава здатна оперативно адаптувати програми підтримки, перерозподіляти ресурси та коригувати інструментарій стимулювання відповідно до реальних тенденцій та інвестиційної поведінки підприємств.

Висновки. Запропонована концептуальна модель інтелектуальної краудінвестингової платформи становить науково новий підхід до модернізації механізмів промислової політики в умовах технологічних трансформацій Індустрії 4.0 та становлення парадигми Індустрії 5.0. На відміну від існуючих моделей державного стимулювання, що спираються на періодичну звітність, експертні оцінки та інерційні адміністративні процедури, розроблена платформа інтегрує інвестиційні процеси з операційними контурами смарт-підприємств, забезпечуючи безперервний обмін верифікованими даними, автоматизоване оцінювання техніко-економічних параметрів та алгоритмічну підтримку ухвалення рішень. Така інтеграція формує якісно нову інформаційно-аналітичну інфраструктуру, яка істотно знижує ключові чинники трансакційних витрат — інформаційну асиметрію, складність технічної експертизи, координаційні бар'єри та ризики опортуністичної поведінки.

Створення модульної архітектури платформи, що включає інструменти верифікації даних, техніко-економічного скорингу, стандартизації інформаційних потоків, смарт-контрактування, моніторингу

виконання інвестиційних зобов'язань, забезпечує перехід від дискретної системи контролю до безперервного інтелектуального моніторингу промислових процесів. Це підвищує точність і швидкість оцінювання інвестиційних проектів, мінімізує ручні процедури та формує прозоре середовище для взаємодії підприємств, інвесторів та держави. Державні модулі платформи — інструменти стратегічного моніторингу, управління стимулами, регуляторної інтеграції та прогнозування — інтегрують платформні механізми у систему промислової політики, надаючи змогу трансформувати її з адміністративно-орієнтованої у цифрово-адаптивну.

У ширшому контексті Індустрії 4.0 запропонована платформа забезпечує структурну здатність держави реагувати на високі темпи технологічних змін, підтримуючи підприємства у впровадженні кіберфізичних систем, цифрових двійників, систем аналітики великих даних та автоматизованих виробничих модулів. Водночас орієнтація на вимоги Індустрії 5.0 — людськоцентричність, стійкість, орієнтація на соціальну цінність — реалізується через підвищення прозорості, відповідальності та справедливості доступу до інвестиційних ресурсів, зменшення ризиків зловживань і посилення довіри в економічних взаємодіях.

Таким чином, інтелектуальна краудінвестингова платформа постає не лише як інструмент зниження трансакційних витрат, але й як системний інституційний механізм модернізації промислової політики. Вона поєднує технологічні можливості Індустрії 4.0 з гуманітарно-орієнтованими принципами Індустрії 5.0, забезпечуючи підвищення ефективності інвестиційної координації, оперативність державних інтервенцій, структурну відповідність підтримки технологічним пріоритетам та формування інноваційно сталої промислової екосистеми України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про засади державної промислової політики: Проект Закону України №11331-д від 30.09.2025. *Верховна Рада України*. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billinfo/Bills/Card/57416> (дата звернення: 06.10.2025).
2. Про Концепцію державної промислової політики: Указ Президента України від 12 лютого 2003 р. № 102/2003. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/102/2003#Text> (дата звернення: 06.10.2025).
3. Perroux F. *Economie et société*. Paris: PRESSE UNIVERSITAIRES DE FRANCE, 1964. 236 p.
4. Monnet J. *The First Statesman of Interdependence*. New York: W. W. Norton & Co Inc, 1994. 478 p.
5. Maurice A. *Economy and Interest: A New Presentation of the Fundamental Problems Related to the Economic Role of the Rate of Interest and Their Solutions*. Chicago: University of Chicago Press, 2024. 632 p.
6. Raymond A. *Dix-huit leçons sur la société industrielle*. Paris: FOLIO ESSAIS, 1986. 384 p.
7. Galbraith J. *New Industrial State*. Princeton: Princeton University Press, 2007. 576 p. <https://doi.org/10.1515/9781400873180>
8. Commons J. *Institutional Economics: Its Place in Political Economy*. Oxfordshire: Routledge, 2017. 686 p. <https://doi.org/10.4324/9780203788455>
9. Hodgson D. *Economics and Institutions: A Manifesto for a Modern Institutional Economics*. West Sussex: John Wiley and Sons Ltd, 1989. 264 p. <https://doi.org/10.9783/9781512816952>
10. Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 WG*. 82 p. <https://doi.org/10.3390/sci4030026>
11. Schmidt L., Habekost A., Coruzzolo A., Sellitto M. *Industry 4.0 and Smart Systems in Manufacturing: Guidelines for the Implementation of a Smart Statistical Process Control*. *Applied system innovation*. 2024. Vol. 7. Art. 24. <https://doi.org/10.3390/asi7020024>
12. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. W. Norton & Company, 2016. 336 p.
13. Porter M., Heppelmann J. *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*. *Harvard Business Review*. 2015. URL: <https://www.bollettinoadapt.it/wp-content/uploads/2015/09/How-Smart-Connected-Products-Are-Transforming-Companies.pdf>
14. Elangovan U. *Industry 5.0: the Future of the Industrial Economy*. Oxfordshire: Taylor & Francis Group, 2021. 127 p. <https://doi.org/10.1201/9781003190677>
15. Bansal R. *Industry 5.0 and Emerging Technologies: Transformation Through Technology and Innovations*. New York: Springer, 2024. 565 p.

Надійшла до редакції 11.11.2025 р.
Прийнята до друку 09.12.2025 р.

REFERENCES

1. Verkhovna rada of Ukraine (2025, September 30). On the principles of state industrial policy: Draft Law No. 11331-д. <https://itd.rada.gov.ua/billinfo/Bills/Card/57416> [in Ukrainian].
2. President of Ukraine (2003, February 12). On the Concept of State Industrial Policy: Decree of the President of Ukraine No. 102/2003. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/102/2003#Text> [in Ukrainian].
3. Perroux, F. (1964). *Économie et société*. Paris: PRESSE UNIVERSITAIRES DE FRANCE [in French].
4. Monnet, J. (1994). *The First Statesman of Interdependence*. New York: W. W. Norton & Co Inc.
5. Maurice, A. (2024). *Economy and Interest: A New Presentation of the Fundamental Problems Related to the Economic Role of the Rate of Interest and Their Solutions*. Chicago: University of Chicago Press.
6. Raymond, A. (1986). *Dix-huit leçons sur la société industrielle*. Paris: FOLIO ESSAIS [in French].
7. Galbraith, J. (2007). *New Industrial State*. Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400873180>
8. Commons, J. (2017). *Institutional Economics: Its Place in Political Economy*. Oxfordshire: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203788455>
9. Hodgson, D. (1989). *Economics and Institutions: A Manifesto for a Modern Institutional Economics*. West Sussex: John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.9783/9781512816952>
10. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 WG. <https://doi.org/10.3390/sci4030026>
11. Schmidt, L., Habekost, A., Coruzzolo, A., & Sellitto, M. (2024). Industry 4.0 and Smart Systems in Manufacturing: Guidelines for the Implementation of a Smart Statistical Process Control. *Applied system innovation*, 7, 24. <https://doi.org/10.3390/asi7020024>
12. Brynjolfsson E., McAfee A. (2016). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. W. Norton & Company.
13. Porter, M., & Heppelmann, J. (2015). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*. <https://www.bollettinoadapt.it/wp-content/uploads/2015/09/How-Smart-Connected-Products-Are-Transforming-Companies.pdf>
14. Elangovan, U. (2021). *Industry 5.0: the Future of the Industrial Economy*. Oxfordshire: Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781003190677>
15. Bansal, R. (2024). *Industry 5.0 and Emerging Technologies: Transformation Through Technology and Innovations*. New York: Springer.

Received: 11.11.2025

Accepted: 09.12.2025

Сердюк О. С. Інтелектуальна краудінвестингова платформа в системі державної промислової політики України

У статті розглянуто ключові проблеми формування ефективної державної промислової політики в умовах цифрової трансформації економіки. Показано, що фрагментарність наявних інструментів підтримки обмежує можливість координації промислового розвитку та доступу підприємств до інвестиційних ресурсів. Запропоновано концептуальну модель інтелектуальної краудінвестингової платформи, що поєднує аналітичні можливості технологій Індустрії 4.0 та людиноцентричні принципи Індустрії 5.0. Платформа забезпечує прозорість інвестиційних процесів, зниження транзакційних витрат і створення цифрової екосистеми підтримки смарт-підприємств, що сприяє формуванню сучасної моделі промислової політики.

Ключові слова: промислова політика, цифрова платформа, краудінвестинг, Індустрія 4.0, Індустрія 5.0, смарт-підприємства, цифрова координація, транзакційні витрати.

Serdiuk O. S. Intelligent crowdinvesting platform within the System of Ukraine's State Industrial Policy

The article examines key challenges in shaping an effective state industrial policy under the conditions of the digital transformation of the economy. It demonstrates that the fragmentation of existing policy instruments limits the capacity for coordinated industrial development and restricts enterprises' access to investment resources. A conceptual model of an intelligent crowdinvesting platform is proposed, integrating the analytical capabilities of Industry 4.0 technologies with the human-centric principles of Industry 5.0. The platform ensures transparency of investment processes, reduces transaction costs, and creates a digital ecosystem for supporting smart enterprises, thereby contributing to the formation of a modern model of industrial policy.

Keywords: industrial policy digital platform, crowdinvesting, Industry 4.0, Industry 5.0, smart enterprises, digital coordination, transaction costs.

Формат цитування:

Сердюк О. С., Інтелектуальна краудінвестингова платформа в системі державної промислової політики України. *Вісник економічної науки України*. 2025. № 2 (49). С. 131-143. [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.2\(49\).131-143](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.2(49).131-143)

Serdiuk, O. S. (2025). Intelligent crowdinvesting platform within the System of Ukraine's State Industrial Policy. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2(49), 131-143. [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.2\(49\).131-143](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.2(49).131-143)

