

**Олексій Олександрович Охтен,***канд. екон. наук, старший науковий співробітник*

Інститут економіки промисловості НАН України

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

E-mail: aokhten@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1629-3891>;**Алла Федорівна Дасів,***канд. екон. наук*

Інститут економіки промисловості НАН України

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

E-mail: alladasiv@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5431-701X>

## ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЛЕННІ ДЕРЖАВНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ФІНАНСОВО- ЕКОНОМІЧНОГО СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ СМАРТ-ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті наведено складові системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості (і науково-технічного прогресу загалом), основними з яких визначено монетарне (грошово-кредитне) та фіскальне (податково-бюджетне) стимулювання.

Викладено результати аналізу існуючих програмних систем моделювання економіки, які можуть використовуватися для визначення напрямів стимулювання розвитку смарт-промисловості. До таких програмних продуктів із моделювання віднесено: систему «Симулятор енергетичної політики» від американського аналітичного центру в галузі енергетики та клімату Energy Innovation; систему промислового прогнозування та форсайтингу Siforeca від Інституту економіки промисловості НАН України; глобальну модель промисловості (Global Industry Model) від консалтингової компанії Oxford Economics; систему Global Economic Data & Forecasts від консалтингової компанії Moody's Analytics.

Виявлено особливості державних практичних заходів зарубіжних країн щодо фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості, які включають: табло ЄС з інвестицій у промислові дослідження та розробки; закон США про зниження інфляції; нову промислову стратегію ЄС; практичні механізми стимулювання смарт-промисловості в Китаї; державні ініціативи Японії щодо стимулювання розвитку смарт-промисловості. Аналіз політик стимулювання розвитку смарт-промисловості у країнах і регіонах, які є лідерами цього напрямку (США, ЄС, Китай та Японія), свідчить, що між країнами-лідерами існує гостра конкуренція – вони намагаються закріпити за собою лідируючі позиції у сфері конкретних технологій та на ринку загалом. Основними інструментами стимулювання розвитку смарт-промисловості є прями фінансові вливання (з цільових державних фондів) та податкові пільги. Розвиток смарт-промисловості тісно переплітається з екологічним порядком денним, і держави намагаються направити інвестиції в передові технології в екологічній сфері. Провідні держави докладають цілеспрямованих зусиль щодо стимулювання таких інвестицій.

Визначено конкретні потенційні сфери застосування проаналізованих систем моделювання при розробленні державної політики щодо стимулювання смарт-промисловості провідних країн. Інструментарій моделювання може використовуватися на всіх етапах розроблення та реалізації заходів щодо фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості – від вибору конкретного інструментарію до визначення обсягів стимулюючих заходів та напрямів їх застосування.

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2023

*Ключові слова:* фінансово-економічне стимулювання, смарт-промисловість, розвиток, моделювання.

*JEL:* C61, E50, E60, H20, O30

Оскільки на сучасному етапі розвитку світової економіки та промисловості основним елементом науково-технічного прогресу є цифровізація, стимулювання науково-технічного прогресу (НТП) значною мірою зводиться до цифровізації галузей, у яких необхідно досягти науково-технічного прогресу. Отже, розвиток смарт-промисловості полягає у стимулюванні науково-технічного прогресу в промисловості в його сучасному вигляді, яким є цифровізація в різних її формах: упровадження «великих даних», роботизація, використання інтелектуальних датчиків, застосування інструментарію штучного інтелекту тощо. На практиці система стимулювання розвитку складається як безпосередньо з методів такого стимулювання з використанням державної політики, так і з програмних систем, які використовуються для моделювання планованого впливу державних заходів на макроекономічні системи (а саме економіку країни), тому практичні заходи та системи моделювання необхідно розглядати разом як елементи ширшої системи стимулювання.

Тож у процесі аналізу особливостей моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості доцільно спочатку викремити ці складові, далі – проаналізувати існуючі підходи до фінансово-економічного стимулювання НТП та зробити висновки про можливість їх застосування в контексті розвитку смарт-промисловості.

Щодо аналізу підходів до визначення основних компонентів системи стимулювання розвитку сучасної промисловості, то слід відзначити роботу (Вишневецький, Квілінські, 2019), у якій представлено результати дослідження складових системи фінансово-економічного стимулювання смарт-промислового розвитку та відповідних економіко-математичних моделей для вияв-

лення особливостей моделювання складових системи. Встановлено, що основними інструментами макроекономічної політики, яка застосовується для регулювання економічних процесів, є монетарне і фіскальне стимулювання; опрацьовано та узагальнено окремі ключові напрями фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості, тобто способи фінансової підтримки галузей промисловості й окремих підприємств для заохочення впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Зазначені напрями фінансово-економічного стимулювання можна взяти за основу для подальшого використання. Проте в роботі не розглянуто питання використання програмних, автоматизованих систем, додатків і застосунків для моделювання економіки, які можуть застосовуватися для визначення напрямів стимулювання розвитку смарт-промисловості, що є актуальним засобом визначення наслідків прийняття певних управлінських рішень на державному, регіональному та галузевому рівнях. Також не проаналізовано існуючі державні практичні заходи щодо стимулювання науково-технічного прогресу в промисловості.

У роботі (Іляш, Смоляр, Дученко, Джадан, 2022) обґрунтовано стратегічні пріоритети державної політики стимулювання промислово-технологічного розвитку національної економіки на засадах маркетингу для забезпечення економічної безпеки. Також запропоновано модель, у якій визначено стратегічні орієнтири зміцнення економічної безпеки країни і передумови створення системних стратегічних рішень на засадах маркетингового забезпечення промислово-технологічного розвитку в розрізі восьми оперативних цілей державної політики: міжнародного, інвестиційного, екологічного, промислового, інноваційного, технологічного, освітнього та наукового мар-

кетингу. Детально розглянуто питання стимулювання розвитку смарт-промисловості, проте вони зосереджені на засадах маркетингового підходу.

Аспект моделювання процесів зростання «нішевих» еко-модернізацій на прикладі окремих секторів національного господарства України висвітлено в публікації (Шкарупа, Лях, 2017). Виконано моделювання та прогнозування управлінських впливів у процесі екологічної модернізації на основі аналізу зростання «нішевих» еко-модернізацій у системі національної економіки; наведено модель управління процесом екологічної модернізації, основою якої є прогнозування потреб у природоохоронних інноваціях, на базі яких розробляються принципово нові технології, здійснюється випуск нової продукції, приймаються прогресивні організаційні та управлінські рішення. Слід зауважити, що в роботі йдеться про підвищення смартизації екологічного сегменту окремих секторів національного господарства, проте питання фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості не опрацьовано.

У дисертації (Дадашова, 2017) розкрито питання моделювання впливу монетарної та фіскальної політик на макроекономічну стабільність; розроблено динамічну макромодель економіки України із використанням методу системи симультивних рівнянь із механізмом коригування похибки та модель економіки України із використанням методу системної динаміки; здійснено сценарний аналіз впливу взаємоузгодженості монетарної та фіскальної політик уряду і Національного банку на макроекономічну стабільність. Запропонований модельний комплекс надає можливість визначити швидкість стабілізації або розбалансування системи в разі дії дестабілізуючих факторів, виконувати сценарний аналіз розвитку економіки внаслідок імплементації різних заходів державної політики та розробити ефективні методи досягнення макроекономічної стабільності за рахунок узгоджених монетарних і фіскальних інструментів, проте представ-

лені інструменти не враховують потребу в монетарному і фіскальному стимулюванні розвитку саме смарт-промисловості.

Щодо аналізу автоматизованих систем моделювання впливу державних заходів на розвиток економіки та макроекономічних систем, то слід відзначити програмно-аналітичний інструментарій «макропрогноз економіки України», розроблений в Інституті економіки та прогнозування НАН України. Він дає змогу прогнозувати макроріндикатори та основні показники економічного розвитку України в секторному розрізі на період до трьох років, передбачати вплив монетарної, валютної, бюджетної політики та зовнішньоекономічної діяльності на економічну динаміку, а також формувати матриці фінансових потоків для перевірки збалансованості макропрогнозів за варіантними сценаріями розвитку макроекономічних ситуацій згідно з припущеннями блоку екзогенних змінних. Програмно-аналітичний інструментарій «Макропрогноз економіки України» та розробки моделей різнопланового характеру дозволяють у реальному режимі часу здійснювати необхідний комплекс розрахункового обґрунтування економічної політики та оцінки пропозицій різних експертних груп й урядових ініціатив. Однак не розглянуто питання стимулювання розвитку смарт-промисловості в Україні (Скрипниченко, 2014).

Механізм державного регулювання розвитку промисловості національного макроекономічного середовища, спрямований на забезпечення стабільного економічного зростання і розвитку промислового сектору національної економіки та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної промислової продукції, забезпечення платоспроможності, збалансованості макроекономічних індикаторів, що збігаються з політикою державного регулювання національної економіки в трансформаційних умовах, запропоновано в роботі (Мельник, 2018). Даний механізм включає безпосередньо комплекс засобів державного регулювання, заснований на моделюванні за кращими аналогами, а

також методи державного регулювання прямої та непрямой дії, інформаційно-аналітичне забезпечення. Проте механізм не висвітлює особливостей саме монетарного і фіскального регулювання економіки країни, а також розвитку в напрямі цифровізації.

Загалом існує багато практичних підходів до стимулювання розвитку економіки та систем моделювання впливу державних заходів на макроекономічні системи, проте більшість із них орієнтована на економіку загалом, а питання їх застосовності при визначенні практичних напрямів стимулювання розвитку саме смарт-промисловості залишається невирішеним. Це потребує аналізу світової практики реалізації практичних заходів і потенціалу використання існуючих систем моделювання в даній сфері.

*Метою* статті є виявлення потенціалу використання прикладних програмних систем моделювання економіки та державних практичних заходів щодо фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості.

### **Складові елементи системи фінансово-економічного стимулювання**

Система фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості (і НТП загалом) у загальному випадку включає ті самі елементи, що використовуються для фінансово-економічного стимулювання будь-яких інших галузей економіки. Фінансово-економічне стимулювання передбачає застосування фінансових й економічних інструментів для підвищення темпів розвитку економіки та підтримки певних секторів індустрії (Вишневецький, Дасів, Охтеня, Турлакова, 2022). До основних його відгалужень можна віднести монетарне (грошово-кредитне) та фіскальне (податково-бюджетне) стимулювання.

Під монетарним стимулюванням у контексті розвитку смарт-промисловості слід розуміти збільшення доступності гро-

шей для підприємств, які впроваджують елементи смарт-виробництва.

Незважаючи на те що як монетарне, так і фіскальне стимулювання спрямовані на збільшення інвестицій шляхом зростання припливу грошей, вони різняться тим, що монетарне стимулювання збільшує чистий приплив коштів із додаткових чи сторонніх джерел, а фіскальне – перерозподіляє наявні в певній системі гроші на користь пріоритетних напрямів.

Виокремлено такі потенційні складові системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості, які можна використовувати як окремо, так і спільно:

1. Монетарне (грошово-кредитне) стимулювання:

1.1. Зміна облікової ставки – зниження облікової ставки призводить до зменшення вартості позик, а отже, до збільшення кредитування, зокрема інвестицій.

1.2. Банки розвитку – це фінансові установи, які надають венчурний капітал для проєктів економічного розвитку на некомерційній основі. Банки розвитку, зазвичай, створюються урядами, міжнародними організаціями чи благодійними установами. Відповідно, банки розвитку, орієнтовані на смарт-промисловість, можуть стати джерелом інвестицій у смарт-виробництво.

1.3. Субсидовані кредити – це кредити, відсотки за якими повністю або частково компенсуються державою чи спеціалізованими організаціями, що дозволяє знизити реальну ставку кредитування і, відповідно, збільшити обсяг інвестицій у розвиток смарт-промисловості.

1.4. Цифрові гроші – це криптовалюти, які емітуються та забезпечені центральними банками конкретних країн чи наддержавних об'єднань. Вони дозволяють здійснювати цифрові платежі, розширити доступ до фінансових послуг, спростити механізми здійснення монетарної та фіскальної політики, зменшити обсяги транскордонних транзакційних витрат, що потенційно може

сприяти збільшенню інвестицій у смарт-промисловість.

2. Фіскальне (податково-бюджетне стимулювання):

2.1. Податкові пільги – повне або часткове звільнення від податкових чи митних платежів інвестицій у смарт-виробництва чи підприємств, які впроваджують смарт-виробництва. Вони можуть як мати функціональну спрямованість (інновації, виробництво), так і поширюватися на конкретні підприємства, галузі або регіони.

2.2. Галузеве стимулювання – стимулювання смарт-індустріалізації конкретних галузей, визначених як найперспективніші з точки зору віддачі інвестицій або такі, що потребують цього з позиції їхнього кризового стану.

2.3. Субсидії – пряме субсидування інвестицій у смарт-промисловість або субсидування попиту на продукцію підприємств, що впроваджують смарт-виробництво.

2.4. Держзакупівлі – пріоритетна закупівля за кошти держбюджету продукції підприємств, які впроваджують смарт-виробництво, що дозволить створити довгостроковий попит на їхню продукцію та відповідно залучити інвестиції під розширення виробництва на основі смарт-технологій.

2.5. Територіальне стимулювання – це стимулювання розвитку смарт-промисловості в конкретних регіонах (залежно від конкретних потреб, наприклад, запровадження принципів «зеленої» економіки в екологічно неблагополучних регіонах, диверсифікація мономіст тощо) за допомогою широкого кола інструментів, включаючи пільги, митні тарифи, субсидії та ін.

Перш ніж упроваджувати зазначені способи стимулювання на практиці, необхідно оцінити можливий вплив конкретних засобів стимулювання на економіку, що на сучасному етапі здійснюється з використанням програмних систем моделювання. Далі наведено аналіз низки таких систем, обраних за принципами відповідності цілям (чи можна певну систему використовувати для

аналізу державних заходів стимулювання), належності до провідних організацій (науково-дослідних інститутів, консалтингових компаній та ін.) і доступності інформації про них у відкритому доступі.

## Існуючі системи моделювання

### *Energy Policy Simulator* *від американського аналітичного* *центру в галузі енергетики* *та клімату Energy Innovation*

Американський аналітичний центр у галузі енергетики та клімату Energy Innovation пропонує у вільному доступі систему «Симулятор енергетичної політики» (Energy Policy Simulator), яка є системно-динамічною моделлю, призначеною для оцінки впливу численних енергетичних та екологічних політик на різні показники, включаючи викиди 12 забруднюючих речовин; зміни грошових потоків для уряду, промисловості та споживачів; структуру генерації електроенергії; використання різних видів палива; запобігання смертності за рахунок скорочення викидів твердих частинок тощо. Модель включає п'ять основних галузей: транспорт, електропостачання, будівництво, промисловість (у тому числі сільське господарство) і землекористування / лісове господарство, кожен з яких містить велику кількість змінних і політик, а також інші компоненти, які охоплюють додаткові джерела або поглиначів викидів або надають моделі додаткові можливості.

Загальну структуру розрахунків моделі наведено на рис. 1.

Логіка розрахунків моделі починається з «аркуша характеристик палива», на якому задаються основні властивості всіх видів палива та застосовується політика, що впливає на ціну палива. Інформація про паливо використовується в таких галузях попиту: транспорт, будівництво та промисловість (у тому числі сільське господарство). По цих галузях розраховуються власні викиди від безпосереднього використання палива, тобто спалювання викопного

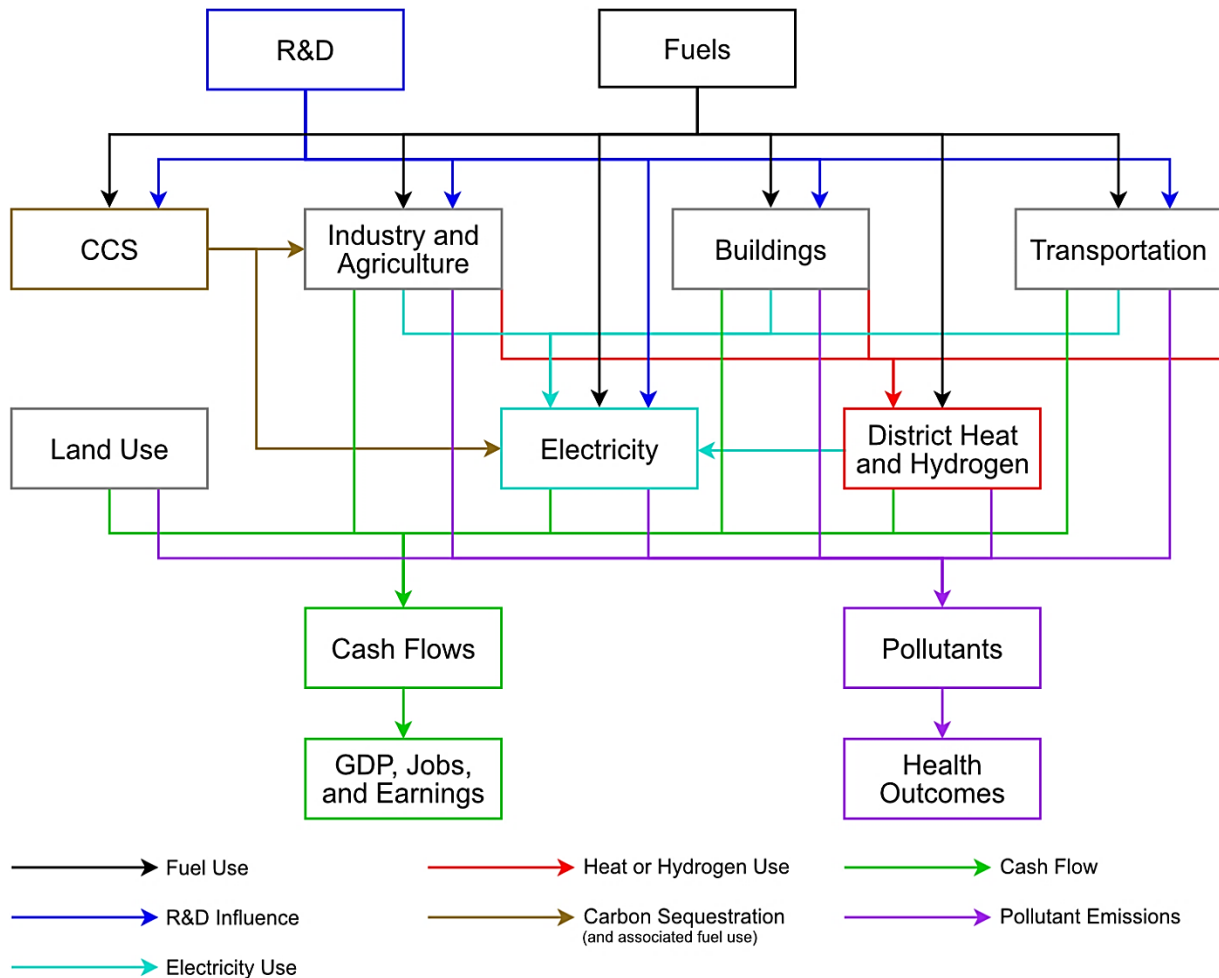


Рисунок 1 – Структура розрахунків системно-динамічної моделі «Симулятор енергетичної політики» американського аналітичного центру в галузі енергетики та клімату Energy Innovation

Джерело: Energy Policy Simulator.

палива у транспортних засобах, будинках та на промислових об'єктах. Для галузей також зазначається кількість електроенергії або тепла (енергоносіїв, що постачаються іншими частинами моделі), яка потрібна в кожному році. Галузі електроенергії та централізованого теплопостачання споживають паливо для задоволення енергетичних потреб трьох галузей попиту. Модель також включає галузь землекористування та лісового господарства, що відповідає за викиди забруднюючих речовин й уловлювання CO<sub>2</sub> існуючими лісами, заліснення/відновлення лісів, обезліснення та заго-

твілю деревини тощо. Усі ці галузі здійснюють викиди забруднюючих речовин, які узагальнюються на аркуші підсумкових даних щодо галузей і на їх основі розраховуються наслідки для здоров'я населення.

Як і у випадку забруднюючих речовин, на аркуші «Зведені дані по галузях» підсумовується вплив на грошові потоки. Вони розраховуються окремо для конкретних суб'єктів (уряд, неенергетичні галузі, робоча сила та споживачі, а також різні енергопостачальні галузі), при цьому вплив на неенергетичні галузі додатково розподіляється за різними кодами галузей за Міжна-

родною стандартною галузевою класифікацією (МСГК). На цьому етапі виконується розрахунок змін у витратах (наприклад, на капітальні інвестиції, паливо, експлуатацію та технічне обслуговування). Потім усі прямі фінансові результати вводяться в модель «витрати-випуск» для розрахунку впливу на ВВП, робочі місця та заробітну плату працівників. Також передбачено петлю зворотного зв'язку від моделі «витрати-випуск» до трьох галузей попиту, що дозволяє врахувати споживання енергії та викиди, пов'язані з індукованою (ефект мультиплікатора) та непрямою економічною діяльністю.

У моделі передбачено два компоненти, які впливають на діяльність різних галузей: важелі НДДКР, що дозволяють користувачеві вказати покращення в економії палива та зниження капітальних витрат для технологій по галузях, а також модуль уловлювання та зв'язування вуглецю. Ці покращення застосовуються на додаток до покращень у рамках базового сценарію та всіх покращень, розрахованих ендегенним механізмом навчання в рамках політики, що прискорює впровадження технологій. Модуль уловлювання та зв'язування вуглецю змінює параметри галузей промисловості та електроенергетики, скорочуючи їх викиди CO<sub>2</sub> та збільшуючи споживання ними палива (для забезпечення енергоємного процесу) та впливаючи на їх грошові потоки.

Незважаючи на те що описана системно-динамічна модель орієнтована, перш за все, на оцінку наслідків тих чи інших керуючих впливів (політик) на викиди забруднюючих речовин і, в ширшому розумінні, на енергетичну компоненту економіки. Вона також розраховує грошові потоки за іншими галузями, навіть вплив на ВВП, та ілюструє можливості системно-динамічного підходу до моделювання економіки. Потенційно при відповідній адаптації (за рахунок включення змінних і потоків, що характеризують смарт-промисловість) модель може використовуватися для оціню-

вання тих чи інших сценаріїв розвитку смарт-промисловості. Слід зазначити, що системно-динамічний підхід загалом й описана модель зокрема дозволяють оцінити поширення ефектів у системі, проте ці ефекти мають бути задані в моделі екзогенно. Наприклад, необхідно спочатку знати, якою мірою та чи інша політика вплине на ключові параметри (наприклад, використання певного палива або інвестиції в ті чи інші галузі), а вже потім модель покаже їх вплив на різні галузі (наприклад, витрати). Подібні моделі повністю залежать від якості вхідних даних і точності відображення покладених в основу залежностей.

### *Siforeca від Інституту економіки промисловості НАН України*

Коллективом Інституту економіки промисловості НАН України створено систему промислового прогнозування та форсайтингу Siforeca (Вишневецький, Череватський, 2022), яка є цифровою модульною платформою, що спеціалізується на науково-аналітичній роботі у сфері економіки промисловості. Система призначена для професійного аналізу, прогнозування та форсайтингу розвитку промисловості України. Її функціонал спроектований таким чином, щоб досліджувати промислове минуле, а також складати ймовірні сценарії майбутнього, виявляти його нові можливості й виклики та, виходячи з цього, обґрунтовувати шляхи подальшого розвитку національної промисловості.

Основними елементами системи Siforeca є: спеціалізована база даних (БД) про промисловість, що автоматично оновлюється, а також супутні інформаційні та науково-аналітичні матеріали; комплекс економіко-математичних моделей окремих аспектів індустріального розвитку, які використовують БД як джерело даних; програмна оболонка смарт-системи для взаємодії користувача з функціями програми в інтернеті. Структуру системи наведено на рис. 2.

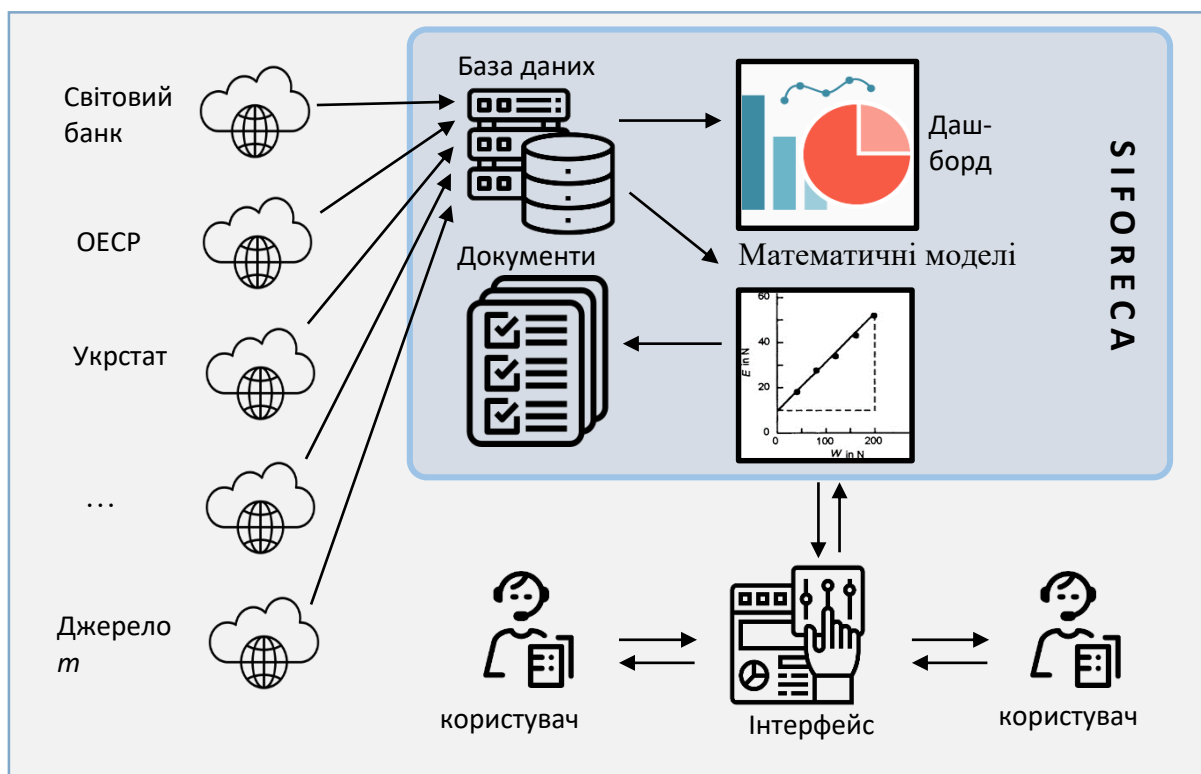


Рисунок 2 – Принципова схема структури смарт-системи промислового прогнозування та форсайтингу Siforeca

Джерело: (Вишневський, Череватський, 2022).

У БД включені дані про економіку загалом і промисловість зокрема щодо основних галузей по Україні та 130 інших країн, що дозволяє не лише аналізувати дані по Україні, але й порівнювати їх зі світовими тенденціями. Передбачено як ручне, так і автоматизоване наповнення бази даних з інтернет-ресурсів статистичних служб. У систему інтегровано комплекс економіко-математичних моделей: довгострокова модель розвитку промисловості за секторами (переробна промисловість, добувна промисловість, сільське господарство); модель розвитку людського капіталу в промисловості; модель екологізації промисловості. Моделі використовують БД системи як джерело для розрахунків. Однією з найважливіших функцій модуля є можливість роботи зі сценаріями, включаючи введення вхідних даних для окремих сценаріїв (у форматі наборів значень показників або тенденцій їх зміни в часі залежно від конкретного сценарію),

виконання розрахунків та порівняння сценаріїв між собою, у тому числі у графічному вигляді.

Перевагою системи Siforeca є можливість реалізації різних моделей, тобто розробники моделей та користувачі не прив'язані до якоїсь конкретної моделі. З точки зору фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості особливої інтерес становить реалізована в системі модель довгострокового розвитку промисловості (Охтень, Дасів, 2021), призначення якої полягає в побудові сценаріїв розвитку національної промисловості за ключовими галузями з метою виявлення нових можливостей та загроз її розвитку. Для моделювання обрано три основні галузі, які в сукупності та взаємодії визначають потенціал національного виробництва: переробну промисловість, добувну промисловість та сільське господарство.



«Ядром» запропонованої моделі, яке «розкручує» спіраль економічних процесів, що моделюються, є виробнича функція, яка містить такі класичні складові виробничих функцій, як праця та капітал, але адаптована до умов Четвертої промислової революції за рахунок включення вартості програмного забезпечення і баз даних як окремого чинника виробництва. Залежною змінною є додана вартість, створена галуззю. Також розроблено окремі моделі для розрахунку кожного з основних факторів на основі динаміки інвестицій з урахуванням рекурсивного впливу доданої вартості, схильності до інвестування, стану світової економіки та інших специфічних факторів.

У контексті проблеми стимулювання ця модель, реалізована в системі Sifogesa, дозволяє оцінювати вплив тих чи інших стимулюючих заходів на результати діяльності окремих галузей. Таким чином, якщо відомо, як конкретний захід вплине на вхідні параметри моделі (наприклад, на обсяг інвестицій, чисельність зайнятих, вартість основних фондів тощо), то можна буде оцінити її вплив на обсяги доданої вартості. Однак залишається відкритим питання, в який спосіб оцінити цей вплив (наприклад, як конкретно позначиться той чи інший фіскальний або монетарний захід на обсязі інвестицій у цифровізацію).

### ***Global Industry Model від консалтингової компанії Oxford Economics***

Глобальна модель промисловості (Global Industry Model) від консалтингової компанії Oxford Economics, доступна на платній основі, визначає та відображає зв'язки в ланцюжку поставок між галузями економіки окремих країн і регіонів та пов'язує їх з макроекономічними факторами попиту, забезпечуючи жорстке та послідовне представлення виробництва та інвестицій у розрізі галузей.

У системі використовуються моделі «витрати-випуск», що містять ключові показники, такі як обсяг виробництва, інвести-

ції та прибуток для широкого кола галузей, включаючи транспортне обладнання, хімічну промисловість, виробництво машин і промислового обладнання, видобуток нафти та природного газу, виробництво електроенергії та комунальні послуги, будівництво і виробництво будівельних матеріалів, виробництво товарів народного споживання, електроніки та високотехнологічних товарів, а також понад 10 сфер послуг.

Інтегрована модель охоплює понад 100 секторів виробництва та послуг у 77 основних країнах та Євразії (Україна до цих країн не входить), використовуючи як основні вхідні дані компоненти макроекономічного попиту (споживчі витрати, інвестиції та державні витрати). Як основний результуючий показник обрано додану вартість по галузях.

Загальна структура моделей є однаковою для різних країн із поправками, що вони відображають специфічні для країни фактори, такі як залежність від сировинних товарів, режим обмінного курсу та гнучкість ринку праці. Ключові відносини між показниками в типовій моделі ґрунтуються на таких припущеннях:

споживчі витрати визначаються реальним доходом, багатством і відсотковими ставками;

інвестиції визначаються прибутковістю інвестицій та змінами у використанні виробничих потужностей;

експорт залежить від світового попиту та конкурентоспроможності;

заробітна плата змінюється разом з інфляцією, продуктивністю праці та рівнем безробіття;

ціни є надбавкою до питомих витрат, а величина прибутку є функцією від розриву між фактичним і потенційним обсягом виробництва;

моделі грошово-кредитної політики відображають поведінку центрального банку;

обмінні курси визначаються відносною продуктивністю праці та чистими зов-

нішніми активами в довгостроковій перспективі та змінами відносних процентних ставок у короткостроковій перспективі.

Графічна оболонка, доступна у вигляді програмного засобу або хмарного сервісу, дозволяє створювати сценарії, експортувати дані, завантажувати наперед задані

сценарії та представляти дані у вигляді діаграм, теплових карт та інформаційних панелей.

На рис. 3 наведено приклад одного з екранів хмарної версії інтерфейсу Global Industry Model.

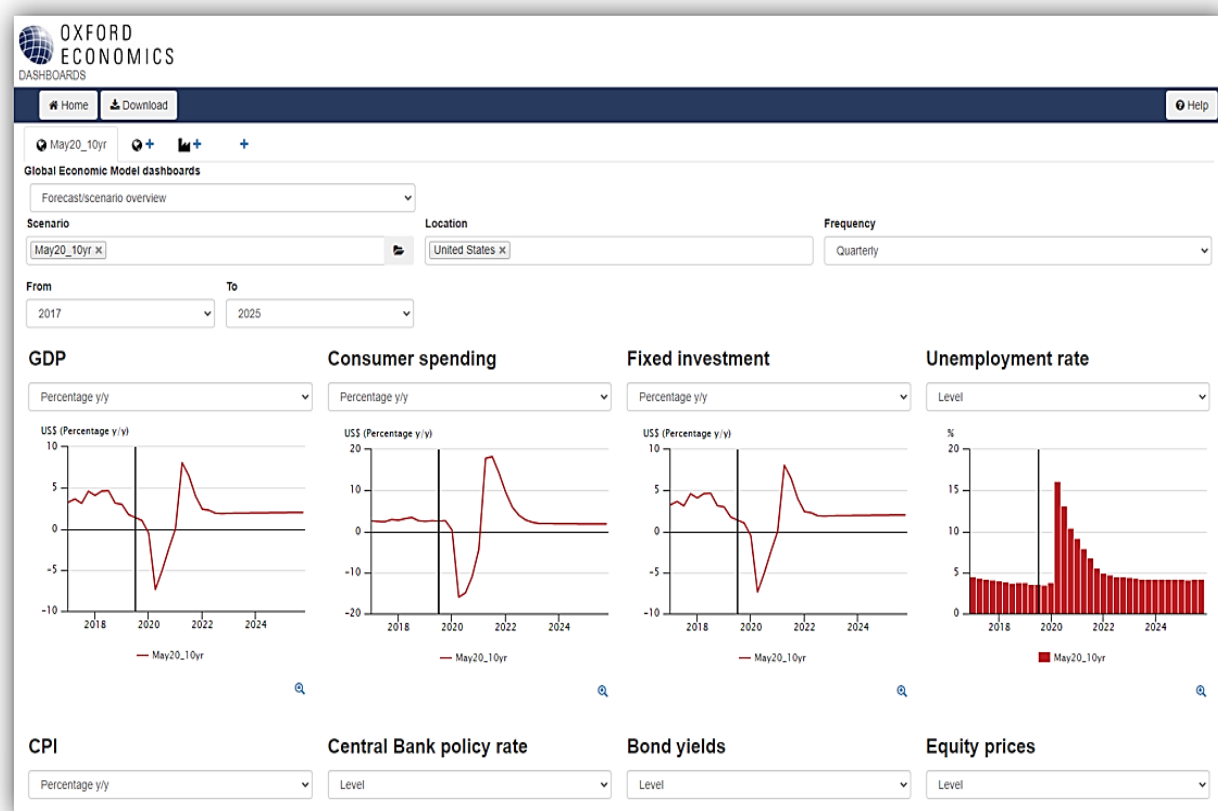


Рисунок 3 – Екран інформаційних панелей (у розрізі країн) глобальної моделі промисловості (Global Industry Model) від консалтингової компанії Oxford Economics

Джерело: Global Industry Model.

### ***Система Global Economic Data & Forecasts від консалтингової компанії Moody's Analytics***

Система Global Economic Data & Forecasts надається консалтинговою компанією Moody's на платній основі та призначена швидше для практиків, ніж для наукових досліджень: основні сфери застосування результатів макроекономічного моделювання включають дотримання норматив-

них вимог банками та страховими компаніями, оцінку кредитних ризиків тощо. Вона надає прогнози за більш ніж 100 країнами, засновані на структурній глобальній макроекономічній моделі, що охоплює понад 12 000 змінних, включаючи ринки праці, нерухомість, відсоткові ставки тощо. Базові прогнози та альтернативні сценарії оновлюються щомісяця, а горизонт прогнозування становить 30 років.

У системі використовується поєднання економетричних, статистичних моделей і моделей машинного навчання. Економетричні моделі використовуються для аналізу та прогнозування економічних взаємозв'язків між різними змінними, такими як ВВП, інфляція, відсоткові ставки та безробіття. Моделі часових рядів застосовуються для прогнозування майбутніх значень змінних, таких як ВВП, інфляція і безробіття, на основі їх минулих значень. Вони засновані на статистичних методах, таких як авторегресійне інтегроване ковзне середнє (ARIMA) та експоненційне згладжування. Структурні моделі використовуються для моделювання наслідків змін в економічній політиці, нормативних положеннях або інших екзогенних ефектів на економіку (ВВП, інфляцію та зайнятість). Структурні моделі використовують математичні рівняння для опису поведінки різних економічних агентів, таких як домогосподарства, компанії та уряди. Моделі машинного навчання використовують алгоритми виявлення закономірностей і взаємозв'язків у великих наборах даних. Вони застосовуються як для прогнозування економічних показників, таких як зростання ВВП, інфляція та зайнятість, так і для аналізу впливу на економіку різних факторів, таких як зміни в торговельній політиці, стихійні лиха чи геополітичні події.

Далі в рамках ланцюжка «визначення способів стимулювання – моделювання наслідків – практичне впровадження у формі державної політики» слід проаналізувати практичні заходи, які реалізуються провідними країнами світу (лідерами у смарт-промисловості) на предмет можливості застосування позитивного досвіду.

### **Практичні заходи щодо стимулювання розвитку смарт-промисловості**

#### ***Табло ЄС з інвестицій у промислові дослідження та розробки***

Цікавим інструментом для відстеження загальної ситуації інвестицій у про-

мислові дослідження та розробки в регіональному розрізі є Табло ЄС з інвестицій у промислові дослідження та розробки (Grassano, Hernandez Guevara, Fako, Nindl, Georgakaki, Ince, Napolitano, Rentocchini, Tübke, 2022), яке дозволяє в укрупненому вигляді порівняти результати інноваційних галузей ЄС з основними світовими конкурентами та містить базу даних інвестицій, у яку компанії, інвестори та політики можуть використовувати для порівняння продуктивності окремих компаній із провідними світовими конкурентами у своїх галузях.

Так, у 2022 р. було проаналізовано 2500 компаній, які у 2021 р. інвестували найбільші суми в дослідження та розробки по всьому світу. До переліку увійшли компанії, що мають штаб-квартири в 41 країні та понад 900 тис. дочірніх компаній по всьому світу, кожна з яких інвестувала понад 48,5 млн євро у дослідження та розробки. Загальний обсяг інвестицій цих 2500 компаній становив 1093,9 млрд євро, або 86% світових вкладень у НДДКР, що фінансуються бізнесом.

У топ-2500 входить 361 компанія з ЄС, на частку яких припадає 17,6% від загального обсягу інвестицій у НДДКР, 822 компанії США (40,2%), 678 китайських компаній (17,9%), 233 японські компанії (10,4%) та 406 компаній з інших країн світу (весь світ, 13,9% НДДКР). Група «решта країн світу» охоплює компанії з Південної Кореї (53), Швейцарії (55), Великобританії (95), Тайваню (84), а також компанії, що базуються в інших 18 країнах.

Таким чином, понад 85% світових інвестицій у НДДКР припадає на 4 суб'єкти (США, Китай, ЄС та Японія). Безумовно, реальні пропорції з урахуванням паритету купівельної спроможності відрізняються, проте загальне домінування цих чотирьох суб'єктів не викликає сумнівів. Отже, аналіз практичного застосування заходів для стимулювання розвитку смарт-промисловості слід зосередити саме на цих країнах/об'єднаннях.

### **Закон США про зниження інфляції**

Одним із найяскравіших прикладів державних заходів щодо стимулювання смарт-промисловості є Закон США про зниження інфляції (Inflation Reduction Act, 2022). Незважаючи на назву, він за змістом спрямований не на зниження інфляції, а на фінансове стимулювання розвитку «розумної» та «зеленої» промисловості. Окрім іншого, цей закон передбачає скорочення витрат на охорону здоров'я та перехід на екологічно чисту енергію, електромобілі, а також податкову реформу. Згідно із законом на фінансування різних програм направлено 737 млрд дол. США, з яких 369 млрд – на фінансування кліматично та екологічно чистих джерел енергії, що дозволить США до 2030 р. скоротити викиди парникових газів на 37-41% порівняно з рівнем 2003 р. та досягти своїх національних зобов'язань за Паризькою угодою.

Закон передбачає в рамках сумарних інвестицій у чисту енергію в обсязі 158 млрд дол. подовження податкової пільги на інвестиції в сонячну енергію на 10 років, а також інвестування 30 млрд у ядерну енергетику; 13 млрд дол. інвестицій у стимули на купівлю електромобілів, 14 млрд – у підвищення енергоефективності житлових будинків; 22 млрд – у вдосконалення енергопостачання житлових будинків; 37 млрд – у передове виробництво; 20 млрд дол. – інвестиції в кліматично оптимізоване сільське господарство.

Загалом цей закон містить широкий спектр заходів як щодо прямого стимулювання внутрішнього розвитку передового виробництва, так і щодо стимулювання перенесення передових виробництв з інших країн (насамперед із країн Азії та ЄС). До основних інструментів стимулювання можна віднести податкові пільги і державні субсидії як підприємств, так покупців їхньої продукції. Якщо класифікувати за елементами стимулювання, то в ньому міститься майже весь спектр заходів, включаючи податкове, грошово-кредитне стимулювання в

галузевому і територіальному розрізах, пряме фінансування тощо.

Що стосується моделювання наслідків цього закону, то вони радикально відрізняються залежно від того, хто виконував дослідження, та від використовуваних моделей. Так, за даними аналітичного центру Tax Foundation, закон «може фактично посилити інфляцію, обмежуючи виробничий потенціал економіки» (Durante, Kallen, Li, McBride, Watson, 2022). За його оцінками, законопроект призведе до втрати 29 тис. робочих місць із повною зайнятістю та скорочення ВВП на 0,2%, а також до додаткових доходів 324 млрд дол. США, які будуть направлені на скорочення дефіциту бюджету. Водночас, згідно з оцінками, виконаними аналітичним центром у галузі енергетики та клімату Energy Innovation, закон сприятиме створенню від 1,4 до 1,5 млн додаткових робочих місць і збільшенню ВВП на 0,84-0,88% до 2030 р. (Mahajan, Ashmoore, Rissman, Orvis, Gopal, 2022).

Подібний підхід заснований на можливостях масштабної (обмеженої лише побоюваннями щодо можливої інфляції) емісії світової резервної валюти (долара), великої технологічної бази та об'ємного ринку. Щодо застосування такого підходу в інших країнах, то він може бути реалізований тільки в країнах із приблизно порівняним масштабом економіки та рівнем технологічного розвитку (США, Китай, меншою мірою Японія та Німеччина).

### **Нова промислова стратегія ЄС**

У 2020 р. Єврокомісія (ЄК) опублікувала нову промислову стратегію Євросоюзу (A New Industrial Strategy for Europe, 2020), спрямовану на підвищення конкурентоспроможності господарсько-політичного простору ЄС за рахунок індустріального сектору в умовах екологічної та цифрової трансформації (так званого «подвійного переходу»). Особливу увагу ЄК приділяє суверенітету, промисловим екосистемам, новим альянсам, проривним технологіям, ролі

малого та середнього бізнесу, а також усуненню перешкод для бізнесу на єдиному внутрішньому ринку. Ця стратегія покликана до 2030 р. зробити економіку та промисловість ЄС кліматично нейтральними цифровими лідерами, залишаючись найбільш конкурентоспроможними у світі, зокрема у сфері інновацій. ЄС ставить амбітну мету стати світовим лідером у цифровізації. Основні напрями роботи в цій сфері на 2020-2025 рр. відображені у програмних документах «Формування цифрового майбутнього Європи» (Shaping Europe's digital future, 2020) та «Європейська стратегія даних» (A European strategy for data, 2020).

Основними способами досягнення поставленої мети є такі:

суттєве підвищення господарського суверенітету промислового простору ЄС (незалежно від постачання сировини, комплектуючих, напівфабрикатів) шляхом переходу до політики імпортозаміщення/локалізації низки критично важливих для економіки країн-членів товарів за рахунок використання принципів циркулярної економіки та новітніх виробничих технологій;

захист ринків ЄС від «небажаних» іноземних інвесторів та учасників, наприклад, китайського Huawei, американських Google та Apple, які отримують державну підтримку;

посилення ефективної взаємодії між учасниками промислових екосистем, які побудовані на мережевих засадах та об'єднують у рамках ланцюжків доданої вартості представників освіти, науки та бізнесу;

подальша активізація практики державно-приватних партнерств і промислових альянсів, які добре зарекомендували себе у сфері акумуляторів, штучних матеріалів та мікроелектроніки;

стимулювання участі в «зеленому» та «цифровому» переходах малих і середніх підприємств завдяки дебіюкратації, полегшенню доступу до програм підтримки,

фінансування, ринків та виходу на фондові біржі.

Передбачається, що ЄС використовуватиме широкий спектр монетарних та фіскальних інструментів (при цьому намагаючись дотриматися принципів відкритого ринку та вільної конкуренції), включаючи кредити, пільги, пряме фінансування тощо. Проте, на відміну від, наприклад, американського закону про зниження інфляції, у європейських програмних документах не закладено конкретних параметрів. Це, поперше, не дозволяє дати їм глибшу оцінку, а по-друге, змушує сумніватися в реалістичності претензій ЄС на статус світового лідера цифровізації.

### ***Практичні механізми стимулювання смарт-промисловості в Китаї***

Із 2016 р. у Китаї був реалізований план «Made in China 2025» (Wübbke, Meissner, Zenglein, Ives, Conrad, 2016), опієнтований насамперед на розвиток смарт-промисловості. Він передбачає заходи прямої фінансової підтримки у сфері розвитку смарт-промисловості, у тому числі створення цілої мережі фондів, через які здійснюється державне фінансування передових виробництв у пріоритетних галузях. Так, Фонд передового виробництва інвестував 20 млрд юанів (близько 3 млрд дол. США), а його наповнення здійснювали Державна корпорація розвитку та інвестицій, центральний уряд та уряди деяких провінцій Китаю. Крім того, інші державні фонди виділили значні суми на розвиток інтелектуальних виробничих технологій, а саме: Національний фонд ІКТ та Інвестиційний фонд галузей, що розвиваються, з капіталом 139 млрд юанів (понад 20 млрд дол. США) і 40 млрд юанів (понад 6 млрд дол. США) відповідно. Планом також передбачено різноманітні податкові пільги. Крім того, місцеві органи влади просубсидували будівництво десятків технопарків на суму 40 млрд юанів (понад 6 млрд дол. США).

Наприкінці 2021 р. уряд Китаю, прагнучи підвищити технологічну та ринкову конкурентоспроможність у новому раунді жорстких глобальних перегонів у галузі передового виробництва, ухвалив п'ятирічний план розвитку смарт-виробництва (Global Times, 2022; Oxford Analytica, 2022), згідно з яким до 2025 р. більшість великих виробників здійснять цифровізацію. Згідно з планом до 2025 р. понад 70% великих китайських підприємств мають бути цифровізовані, а по всій країні буде побудовано понад 500 демонстраційних виробничих об'єктів. У плані зазначено, що технічний рівень та ринкова конкурентоспроможність інтелектуального виробничого обладнання і промислового програмного забезпечення (ПЗ) мають значно покращитися, а рівень задоволеності користувачів обладнання та ПЗ – становити 70 та 50% відповідно. Поточний рівень задоволеності інтелектуальним виробничим обладнанням дорівнює 50%. План передбачає активізацію досліджень у галузі ключових технологій, таких як штучний інтелект, 5G, Великі дані та периферійні обчислення. Китайська індустрія робототехніки стане глобальним центром технологічних інновацій, виробництва та застосування. У плані зазначено, що якість готових роботів і ключових компонентів має відповідати провідним міжнародним стандартам. Буде створено від трьох до п'яти зон робототехніки, інтенсивність виробництва роботів подвоїться. Згідно з планом середньорічний темп зростання реалізації промислових роботів у грошах має перевищити 20%. Китай також оприлюднив п'ятирічний план для програмного забезпечення та послуг у галузі інформаційних технологій, для інформаційної індустрії (включаючи інформаційну безпеку) та хмарних обчислень, а також для галузі медичного обладнання. Передбачено податкові відрахування, що приведуть до зниження корпоративних податків на 360 млрд юанів (близько 50 млрд дол. США) на рік із щорічним збільшенням цієї суми. Особлива увага приділяється малим

та середнім виробникам, у тому числі виділення понад 10 млрд юанів бюджетної підтримки на розвиток «маленьких гігантів», тобто компаній зі сфери малого та середнього бізнесу, які мають основні технології, сильні інноваційні можливості, велику частку ринку та високу рентабельність. Згідно з планом до 2025 р. додана вартість основних галузей цифрової економіки становитиме 10% ВВП Китаю порівняно з 7,8% у 2020 р.

Щодо конкретних механізмів стимулювання смарт-промисловості, то в Китаї використовуються:

- податкові відрахування на витрати на НДДКР виробничих фірм;

- прямі субсидії на запровадження передових виробничих технологій;

- прямі державні та регіональні інвестиції в розвиток технопарків;

- державні корпорації розвитку, що акумулюють державні кошти та вкладають їх у найбільш перспективні проекти;

- залучення підприємств малого та середнього бізнесу;

- стимулювання імпортозаміщення та кооперації між китайськими підприємствами.

### ***Державні ініціативи Японії щодо стимулювання розвитку смарт-промисловості***

Уряд Японії вирішив вийти за рамки концепцій «Індустрія 4.0» та «Індустрія 5.0» і поставив завдання досягти «Суспільства 5.0» за рахунок максимально повного використання технологічних інновацій Четвертої промислової революції, включаючи Інтернет речей, штучний інтелект та Великі дані. У досягненні «Суспільства 5.0» ключову роль відіграє промисловість. Як нову концептуальну основу японський уряд оголосив програму «Підключені галузі» (Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan, 2021), у рамках якої галузі створюватимуть нову додану вартість і вирішуватимуть різні проблеми суспільства за рахунок пов'язаності різних аспектів сучасного

життя, у тому числі людей (у ролі споживачів та постачальників), машини, системи та компанії. З цією метою японський уряд у співпраці з представниками приватного сектору просуває широкий спектр політичних ініціатив, включаючи екологічні.

У Японії сьогодні реалізується низка державних ініціатив щодо стимулювання розвитку смарт-промисловості (Japan External Trade Organization, 2022). Зокрема, державною програмою підтримки повернення виробничих потужностей до Японії та їх диверсифікації передбачено виділення 15 млрд ієн (близько 120 млн дол. США) на субсидування будівництва будівель та закупівлі обладнання для смарт-підприємств.

У 2017 р. уряд Японії затвердив стратегію «Підключені галузі» для просування «розумних» фабрик. Відповідно до цієї стратегії було створено «Податкову систему підключених галузей (податкова система «Інтернету речей»)» для фінансової підтримки впровадження систем, датчиків, роботів та іншого обладнання, необхідного для підвищення продуктивності за рахунок спільної роботи та використання даних, і багато компаній користуються цією системою оподаткування, що передбачає податкові пільги відповідних підприємств.

Крім того, з урахуванням потенціалу розвитку ринку, сильних сторін японської промисловості та їх соціальної значимості, Міністерство економіки, торгівлі та промисловості Японії визначило такі пріоритетні напрями в рамках ініціативи «Підключені галузі»: безпілотні транспортні засоби, виробництво та робототехніка, біотехнології та матеріали, управління безпекою підприємств/інфраструктури, «розумне життя». Водночас планується впроваджувати міжгалузеву політику щодо «обміну та використання реальних даних», «покращення середовища для використання даних, у тому числі просування розробки чипів II та розвитку людських ресурсів» і «подаліше роз-

ширення ініціатив щодо покращення взаємодії між компаніями та всесвітньої співпраці».

Також у Японії впроваджуються місцеві ініціативи щодо підтримки смарт-промисловості, зокрема, регіональна влада пропонує субсидії, безкоштовні земельні ділянки, зниження податків тощо.

Таким чином, у Японії використовуються такі способи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості:

податкові пільги на державному та місцевому рівнях;

прямі субсидії на інвестиції в будівлі та обладнання;

ініціативи щодо повернення японськими компаніями виробничих потужностей до Японії;

побудова взаємопов'язаних мереж підприємств з метою одержання синергетичного ефекту від смарт-технологій.

Для обґрунтування державних заходів стимулювання розвитку смарт-промисловості доцільно використовувати системи моделювання (існуючі чи створені спеціально для конкретного завдання). У таблиці відображено потенціал використання (конкретні потенційні сфери застосування) проаналізованих систем моделювання в контексті розроблення державної політики у сфері стимулювання смарт-промисловості провідних країн. Це не означає, що керівництво цих країн фактично використало ці системи, а свідчить про їхню потенційну застосовність для конкретних сфер стимулювання розвитку смарт-промисловості.

Існуючі системи моделювання можуть використовуватися для обґрунтування державної політики щодо стимулювання розвитку смарт-промисловості, проте жодна система не є універсальною, і розроблення конкретних державних заходів у певній країні потребує створення специфічного інструментарію, орієнтованого на конкретну сферу.

Таблиця – **Потенційні сфери використання систем моделювання для обґрунтування конкретних елементів практичних заходів щодо стимулювання розвитку смарт-промисловості в країнах-лідерах**

		Системи моделювання			
		Energy Policy Simulator	Siforeca	Global Industry Model	Global Economic Data & Forecasts
Державні програми країн-лідерів	Закон США про зниження інфляції	Розвиток альтернативної енергетики, наслідки для домогосподарств	Інвестиції в цифрові технології	Макроекономічні наслідки	Наслідки заходів для фінансової системи
	Нова промислова стратегія ЄС	Екологічна трансформація	Цифрова трансформація	Макроекономічні наслідки	Наслідки заходів для фінансової системи
	Made in China 2025	Зменшення викидів	Інвестиції в цифровізацію виробництва	Галузеві наслідки	Наслідки заходів для фінансової системи
	П'ятирічний план розвитку смарт-виробництва (Китай)	Потреби в енергопостачанні	Інвестиції в цифрові технології	Галузеві наслідки	Наслідки заходів для фінансової системи
	Програма розвитку «Суспільства 5.0» (Японія)	Потреби в енергопостачанні	Інвестиції в цифровізацію суспільства	Наслідки для ринку праці	Наслідки заходів для фінансової системи
	Стратегія «Підключені галузі» (Японія)	Екологічні ініціативи	Інвестиції в цифровізацію виробництва	Галузеві наслідки	Наслідки заходів для фінансової системи

Джерело: складено авторами.

### Висновки

1. Існує багато методів стимулювання економіки, які можуть використовуватися для пришвидшення розвитку смарт-промисловості, зокрема монетарне або грошово-кредитне стимулювання (зміна облікової ставки, банки розвитку, субсидовані кредити, цифрові гроші та ін.), а також фіскальне стимулювання (податкові пільги, галузеве стимулювання, субсидії, держзакупівлі, територіальне стимулювання та ін.).

2. При виборі конкретних методів доцільним є інструментарій моделювання, який може використовуватися (і вже використовується) на всіх етапах розроблення та реалізації заходів щодо фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості – від вибору конкретного інструментарію стимулювання до визначення обсягів стимулюючих заходів та напрямів їх

застосування. Таким чином, результативність заходів стимулювання залежить, у тому числі, від моделей, що використовуються для їх обґрунтування. Аналіз існуючих систем моделювання економіки на макрорівні свідчить, що існує багато подібних систем, проте більша частина з них не орієнтована на смарт-промисловість, а в деяких моделі є закритими, вони потребують великих масивів вхідних даних, а результати не завжди є точними.

3. У результаті аналізу політики стимулювання розвитку смарт-промисловості у країнах і регіонах, які є лідерами цього напрямку (США, ЄС, Китай та Японія), встановлено, що між країнами-лідерами існує гостра конкуренція – вони намагаються закріпити за собою лідируючі позиції у сфері конкретних технологій та на ринку загалом, активно переманюють інноваційні підпри-



ємства з інших країн-лідерів та здатні використовувати неринкові механізми (переважні умови для своїх підприємств, санкції проти конкурентів, створення бар'єрів для доступу на ринки). Основними практичними інструментами стимулювання розвитку смарт-промисловості у провідних країнах є прямі фінансові вливання (з цільових державних фондів) та податкові пільги. У розвитку інноваційного виробництва використовуються ті самі традиційні джерела інвестицій.

4. Розвиток смарт-промисловості тісно переплетений з екологічним порядком денним, і держави намагаються направити інвестиції в передові технології таких сфер, як альтернативні джерела енергії, скорочення викидів, підвищення екологічної ефективності виробництва. Незважаючи на те що «зелені» технології можуть бути менш економічно ефективними (та й сама їхня екологічність піддається сумніву частиною наукової спільноти), виділення коштів на смарт-виробництво з більшою імовірністю буде схвалено, якщо це супроводжується згадкою про вигоди для екології.

5. Провідні держави не чекають, поки ринкові механізми самі розподілятимуть інвестиції в смарт-промисловість, а докладають цілеспрямованих зусиль щодо стимулювання таких інвестицій, сподіваючись передбачити найбільш перспективні напрями та стимулюючи їх розвиток, у тому числі з використанням неринкових і дискримінаційних (стосовно інших галузей у своїх країнах, а також до зарубіжних конкурентів) заходів. Отже, результативність стимулюючих заходів визначатиметься не лише їх внутрішньою ефективністю, але і правильністю розміщення пріоритетів для розподілу обмежених ресурсів. Для цього можуть використовуватися як існуючі, так і створені під конкретні цілі системи моделювання.

Перспективами подальших досліджень є розроблення моделей для конкретних цілей або адаптація існуючих систем до конкретних завдань.

## Література

- Вишневецький В.П., Дасів А.Ф., Охтень О.О., Турлакова С.С. (2022). Індустріальне майбутнє України: передбачення методами математичного моделювання / за ред. В.П. Вишневецького. Київ: ІЕП НАН України. 120 с.
- Вишневецький В.П., Квілінські А. (2019). Монетарні механізми стимулювання економіки в розвинених країнах: аналітичний огляд. *Економіка промисловості*. № 1 (85). С. 30-50. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.030>
- Вишневецький В.П., Череватський Д.Ю. (2022). Звіт про виконання завдання наукового проекту «Смарт-система промислового прогнозування і форсайтингу». Київ: ІЕП НАН України. 119 с.
- Дадашова П.А. (2017). Системний аналіз та моделювання впливу взаємоузгодженості монетарної та фіскальної політики на макроекономічну стабільність. Дис. ... канд. екон. наук за спец. 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ. 276 с.
- Іляш О.І., Смоляр Л.Г., Дученко М.М., Джадан І.М. (2022). Стратегічні пріоритети державної політики стимулювання промислово-технологічного розвитку національної економіки України на засадах маркетингу в цілях забезпечення економічної безпеки. *Проблеми економіки*. № 1 (51). С. 41-50. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-1-41-50>.
- Мельник Ю.М. (2018). Механізм державного регулювання розвитку промисловості. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Вип. 22. Ч. 1. С. 145-151.
- Охтень О.О., Дасів А.Ф. (2021). Економіко-математичне моделювання довгострокового розвитку національної промисловості в умовах цифровізації з використанням виробничої функції. *Економіка промисловості*. № 4 (96). С. 5-20. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.005>

- Скрипниченко М.І. (2014). Система макромоделей у програмно-аналітичному інструментарії «Макропрогноз економіки України». *Економіка і прогнозування*. № 4. С. 85-96.
- Шкарупа О.В., Лях О.В. (2017). Моделювання процесів стимулювання екологічної модернізації в системі національної економіки. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. № 4. С. 384-390. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.4-35>.
- A European strategy for data (2020). Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the Regions. Brussels, 19.2.2020 com 66 final. 34 p.
- A New Industrial Strategy for Europe (2020). Brussels, 10.3.2020. COM 102 final. Communication from the commission to the European parliament, the European Council, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. 16 p.
- Durante A., Kallen C., Li H., McBride W., Watson G. (2022). Details & Analysis of the Inflation Reduction Act Tax Provisions / *Tax Foundation*. URL: <https://taxfoundation.org/inflation-reduction-act/> (дата звернення: 25.10.2023).
- Energy Policy Simulator / Energy Innovation Policy & Technology LLC. URL: <https://us.energypolicy.solutions/scenarios/home> (дата звернення: 25.10.2023).
- Global Economic Data & Forecasts / Moody's Analytics. URL: <https://www.moodyanalytics.com/product-list/global-economic-data-forecasts> (дата звернення: 25.10.2023).
- Global Industry Model / Oxford Economics. URL: <https://www.oxfordeconomics.com/service/subscription-services/industries/global-industry-model> (дата звернення: 29.10.2023).
- Global Times (2022). China unveils 5-year plan for robotics, smart manufacturing amid global race. *Global Times*. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202112/1243614.shtml> (дата звернення: 29.10.2023).
- Grassano N., Hernandez Guevara H., Fako P., Nindl E., Georgakaki A., Ince E., Napolitano L., Rentocchini F., Tübke A. (2022). The 2022 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Publications Office of the EU (europa.eu). 31 p.
- H.R.5376 - Inflation Reduction Act of 2022. - (2022). *The US Congress*. URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376> (дата звернення: 29.10.2023).
- Japan External Trade Organization. (2022). Manufacturing Government Initiatives. URL: [https://www.jetro.go.jp/en/invest/attractive\\_sectors/manufacturing/government\\_initiatives.html](https://www.jetro.go.jp/en/invest/attractive_sectors/manufacturing/government_initiatives.html) (дата звернення: 25.10.2023).
- Mahajan M., Ashmoore O., Rissman J., Orvis R., Gopal A. (2022). Modeling the inflation reduction act using the energy policy simulator. *Energy innovation*. URL: [https://energyinnovation.org/wp-content/uploads/2022/08/Modeling-the-Inflation-Reduction-Act-with-the-US-Energy-Policy-Simulator\\_August.pdf](https://energyinnovation.org/wp-content/uploads/2022/08/Modeling-the-Inflation-Reduction-Act-with-the-US-Energy-Policy-Simulator_August.pdf) (дата звернення: 25.10.2023).
- Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan (2021). Connected Industry. URL: [https://www.meti.go.jp/english/policy/mono\\_info\\_service/connected\\_industries/index.html](https://www.meti.go.jp/english/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html) (дата звернення: 27.10.2023).
- Oxford Analytica. (2022). Smart manufacturing push replaces “Made in China 2025” (Expert Briefings). DOI: <https://doi.org/10.1108/OXAN-DB274086>
- Shaping Europe's digital future (2020). Communication from the commission to the European parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the committee of the regions. Brussels, 19.2.2020. COM (2020) 67 final. 15 p.
- Wübbecke J., Meissner M., Zenglein M., Ives J., Conrad B. (2016). Made In China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries. *Mercurator Institute for China Studies*. No. 2. 76 p.

## References

- Vyshnevsky, V.P., Dasiv, A.F., Okhten, O.O., & Turlakova, S.S. (2022). Industrial Future of Ukraine: Prediction by Mathematical Modelling. In V.P. Vyshnevsky (Ed.). Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics. 120 p. [in Ukrainian].
- Vishnevsky, V.P., & Kwilinski, A. (2019). Monetary mechanisms of an economy stimulation in developed countries: an analytical review. *Econ. promisl.*, 1 (85), pp. 30-50. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.030> [in Ukrainian].
- Vishnevskiy, V.P., & Cherevatskiy, D.Yu. (2022). Report on the implementation of the task of the scientific project "Smart system of industrial forecasting and foresight". Kyiv. IEP of the National Academy of Sciences of Ukraine [in Ukrainian].
- Dadashova, P.A. (2017). Systemic analysis and modeling of the impact of monetary and fiscal policy coordination on macroeconomic stability. Dissertation for obtaining the scientific degree of Candidate of Science. economy Sciences by specialty: 08.00.11 – mathematical methods, models and information technologies in economics. Kyiv [in Ukrainian].
- Ilyash, O.I., Smolyar L.H., Duchenko, M.M., & Dzhadan, I.M. (2022). Strategic priorities of the state policy of stimulating the industrial and technological development of the national economy of Ukraine on the basis of marketing in order to ensure economic security. *Problemy ekonomiky*, 1 (51), pp. 41-50. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-1-41-50> [in Ukrainian].
- Melnyk, Yu.M. (2018). Mechanism of state regulation of industrial development. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, 22, 1, pp. 145-151 [in Ukrainian].
- Okhten O.O. & Dasiv A.F. (2021). Economic and mathematical modeling of the long-term development of the national industry in the conditions of digitalization using the production function. *Econ. promysl.*, 4 (96), pp. 5-20. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.005> [in Ukrainian].
- Skrypnychenko, M.I. (2014). The system of macro models in the program and analytical toolkit "Macro-gnosis of the economy of Ukraine". *Ekonomika i prohozuvannia*, 4, pp. 85-96 [in Ukrainian].
- Shkarupa, O.V., & Lyakh, O.V. (2017). Modeling the processes of stimulating ecological modernization in the system of the national economy. *Marketynh i menedzhment innovatsiy*, 4, pp. 384-390. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.4-35> [in Ukrainian].
- A European strategy for data (2020). Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the Regions. Brussels, 19.2.2020 com 66 final. 34 p.
- A New Industrial Strategy for Europe (2020). Brussels, 10.3.2020. COM 102 final. Communication from the commission to the European parliament, the European Council, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. 16 p.
- Durante A., Kallen C., Li H., McBride W. & Watson G. (2022). Details & Analysis of the Inflation Reduction Act Tax Provisions. *Tax Foundation*. Retrieved from <https://taxfoundation.org/inflation-reduction-act/>
- Energy Policy Simulator / Energy Innovation Policy & Technology LLC. Retrieved from <https://us.energypolicy.solutions/scenarios/home>
- Global Economic Data & Forecasts / Moody's Analytics. Retrieved from <https://www.moodyanalytics.com/product-list/global-economic-data-forecasts>
- Global Industry Model / Oxford Economics. Retrieved from <https://www.oxfordeconomics.com/service/subscription-services/industries/global-industry-model>.
- Global Times (2022). China unveils 5-year plan for robotics, smart manufacturing amid global race. *Global Times*. Retrieved from <https://www.globaltimes.cn/page/202112/1243614.shtml>

- Grassano, N., Hernandez Guevara, H., Fako, P., Nindl, E., Georgakaki, A., Ince, E., Napolitano, L., Rentocchini, F., & Tübke, A. (2022). The 2022 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Publications Office of the EU (europa.eu). 31 p.
- H.R.5376 - Inflation Reduction Act of 2022. (2022). The US Congress. Retrieved from <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376>
- Japan External Trade Organization. (2022). Manufacturing Government Initiatives. Retrieved from [https://www.jetro.go.jp/en/invest/attractive\\_sectors/manufacturing/government\\_initiatives.html](https://www.jetro.go.jp/en/invest/attractive_sectors/manufacturing/government_initiatives.html)
- Mahajan, M., Ashmoore, O., Rissman, J., Orvis, R., & Gopal, A. (2022). Modeling the inflation reduction act using the energy policy simulator. *Energy innovation*. Retrieved from [https://energyinnovation.org/wp-content/uploads/2022/08/Modeling-the-Inflation-Reduction-Act-with-the-US-Energy-Policy-Simulator\\_August.pdf](https://energyinnovation.org/wp-content/uploads/2022/08/Modeling-the-Inflation-Reduction-Act-with-the-US-Energy-Policy-Simulator_August.pdf)
- Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan. (2021). Connected Industry. Retrieved from [https://www.meti.go.jp/english/policy/mono\\_info\\_service/connected\\_industries/index.html](https://www.meti.go.jp/english/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html)
- Oxford Analytica. (2022). Smart manufacturing push replaces “Made in China 2025” (Expert Briefings). DOI: <https://doi.org/10.1108/OXAN-DB274086>
- Shaping Europe's digital future (2020). Communication from the commission to the european parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the committee of the regions. Brussels, 19.2.2020. COM (2020) 67 final. 15 p.
- Wübbecke, J., Meissner, M., Zenglein, M., Ives, J., & Conrad, B. (2016). Made In China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries. *Mercator Institute for China Studies*, 2. 76 p.

**Oleksiy O. Okhten,**

*PhD in Economics, Senior Researcher*

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: [aokhten@gmail.com](mailto:aokhten@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1629-3891>;

**Alla F. Dasiv,**

*PhD in Economics*

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: [alladasiv@gmail.com](mailto:alladasiv@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-5431-701X>

## THE POTENTIAL OF USING SIMULATION SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF STATE MEASURES FOR THE FINANCIAL AND ECONOMIC STIMULATION OF THE DEVELOPMENT OF SMART INDUSTRY

The article presents the constituent elements of the system of financial and economic stimulation of the development of smart industry (and scientific and technological progress in general), the main of which are defined as monetary (monetary and credit) and fiscal (tax and budget) stimulation.

The results of the analysis of the currently existing economic modeling software systems, which can be used to determine directions for stimulating the development of smart industry, are given. Such modeling software products included: "Energy Policy Simulator" system by the Energy Innovation Policy & Technology Institute, "Siforeca" industrial forecasting and foresight system

by the Institute of Industrial Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Global Industry Model by Oxford Economics consulting company, the Global Economic Data & Forecasts system from Moody's Analytics consulting company.

Features of governmental practical measures of foreign countries for the financial and economic stimulation of the development of smart industry are also given, which include: the EU Industrial Research and Development Investment Scoreboard; Inflation Reduction Act (USA); the New Industrial Strategy of the EU; practical mechanisms for stimulating smart industry in China; Japan's government initiatives to stimulate the development of smart industry.

The analysis of the policies for stimulating the development of smart industry in the countries and regions that are leaders in this area (the USA, the EU, China and Japan) made it possible to establish that there is fierce competition between the leading countries – they are trying to secure leading positions in the field of specific technologies and the market as a whole. The main tools for stimulating the development of smart industry are direct financial injections (from dedicated governmental funds) and tax benefits. The development of smart industry is closely intertwined with the environmental agenda, and governments are trying to direct investments in advanced technologies in environmental areas. The leading countries do not wait for market mechanisms to distribute investments in smart industry on their own, but make targeted efforts to stimulate such investments. The modeling tools can be used (and is already used) at all stages of the development and implementation of measures for financial and economic stimulation of the development of smart industry – ranging from the selection of a specific stimulation tools to the determination of the volume of stimulation measures and directions of their application.

*Keywords:* financial and economic stimulation, smart industry, development, modeling.

*JEL:* C61, E50, E60, H20, O30

*Формат цитування:*

Охтеня О. О., Дасів А. Ф. (2023). Потенціал використання систем моделювання при розробленні державних заходів щодо фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості. *Економіка промисловості*. № 4 (104). С. 65-85. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.065>

Okhten, O. O., & Dasiv, A. F. (2023). The potential of using simulation systems in the development of state measures for the financial and economic stimulation of the development of smart industry. *Econ. promisl.*, 4 (104), pp. 65-85. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.065>

*Надійшла до редакції 17.11.2023 р.*