

**Богдан Ігорович Логвіненко,***PhD in Economics*

Інститут економіки промисловості НАН України

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

E-mail: [bodya00728@gmail.com](mailto:bodya00728@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

## АНАЛІЗ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МОНЕТАРНОГО СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ СМАРТ-ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті розглянуто економіко-математичні моделі в контексті монетарного стимулювання фінансово-економічного розвитку смарт-промисловості. Проаналізовано моделі AD-AS, DSGE, VAR, CAP, RBC, Phillips Curve та модель Кобба-Дугласа.

Виявлено переваги та недоліки моделей у контексті монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості. Встановлено, що у всіх розглянутих моделях існують певні недоліки, такі як складність використання та недостатня чіткість у тлумаченні результатів, а також обмеженість урахування чинників, які є важливими при монетарному стимулюванні розвитку смарт-промисловості.

Розглянута модель VAR обмежена у врахуванні всіх чинників, що впливають на економічні змінні, та проявляє чутливість до специфікації, що призводить до значних змін кінцевих результатів залежно від включених змінних та їхньої специфікації. Модель CAP ґрунтується на припущеннях про ринкову ефективність, які не завжди відповідають реальності, тоді як RBC характеризується відсутністю нестабільності та нереалістичними припущеннями про ринкову поведінку. Модель Phillips Curve проявляє нестабільність у випадку, коли інфляція та безробіття реагують на економічні шоки неоднаково, що є неприпустимим у контексті монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості. Виявлено переваги та недоліки всіх моделей, що дозволило об'єктивно оцінити реальні умови функціонування моделей.

Обґрунтовано, що з урахуванням вищезазначених недоліків і специфіки сучасного економічного середовища модель Кобба-Дугласа є найбільш ефективною для аналізу та прогнозування розвитку смарт-промисловості в Україні. Інші розглянуті моделі можуть бути також корисними для процесів стимулювання розвитку смарт-промисловості, проте вони не забезпечують такої самої гнучкості та простоти в застосуванні, як модель Кобба-Дугласа. Порівняльний аналіз свідчить, що модель Кобба-Дугласа є найбільш відповідним інструментом для аналізу та прогнозування монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості в Україні. Вона дозволяє врахувати широкий спектр чинників виробництва та є простою в аналізі й інтерпретації кінцевих результатів, що робить її найбільш придатною для вирішення складних питань монетарного стимулювання в контексті розвитку смарт-промисловості.

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

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

У сучасному світі смарт-промисловість відіграє ключову роль при визначенні

перспектив економічного розвитку (Вишневецький, 2019). Цей напрям виробництва,



© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024

який базується на передових технологіях та інноваціях, стає драйвером змін у багатьох галузях господарства. Ефективне монетарне стимулювання в цій сфері стає надзвичайно важливим, оскільки воно значною мірою впливає на обсяги інвестицій у розвиток смарт-промисловості та її конкурентоспроможність на світовому ринку (Князев, 2020).

Монетарне стимулювання – це набір заходів, здійснюваних центральним банком або урядом для впливу на грошову масу в економіці та рівень процентних ставок з метою активізації економічного зростання та стимулювання підприємств до інвестування та розвитку нових технологій (Журавка, 2008).

Одним із ключових інструментів монетарного стимулювання є регулювання ключової ставки (Турлакова та ін., 2023) – мінімальної процентної ставки, за якою центральний банк кредитує комерційні банки. Підвищення цієї ставки призводить до збільшення вартості позик, що може ускладнити доступ до кредитів для бізнесу та населення. Навпаки, зниження цієї ставки зменшує вартість позик, що робить їх більш доступними, зокрема для впровадження передових технологій у промисловості.

Дослідження МВФ (Financial Time, 2023), ЄЦБ (Національний банк України, 2023), Світового банку (World Bank Group, 2022) та ОЕСР (OECD Economic, 2023) свідчать, що зниження процентних ставок та програми кількісного пом'якшення приводять до значного зростання обсягу інвестицій у смарт-промисловість. Наприклад, зниження процентних ставок на 1% може привести до збільшення інвестицій у цей сектор на 2-7%, а програми кількісного пом'якшення можуть сприяти зростанню ВВП на 1-2%. Крім того, приклади країн, таких як США, ЄС та Китай, підтверджують (Financial Times, 2023) успішне використання цих інструментів монетарної політики для стимулювання розвитку смарт-промисловості.

У той же час глобальні інвестиції в смарт-промисловість постійно збільшуються. Зокрема, відзначається значне зростання обсягу інвестицій у Північній Америці (15%), Європі (12%) та Азії (20%). Оцінки також свідчать про значний вплив смарт-промисловості на ВВП і створення робочих місць (Jurgens, 2022). Наприклад, до 2025 р. очікується збільшення ВВП на 1,5 трлн дол. і створення 20 млн нових робочих місць.

Однак щодо джерел фінансування, то слід відзначити зростання обсягу державних інвестицій, особливо у 2022 р. Приватні інвестиції також збільшуються (Fox, 2022). До того ж деякі країни вже розпочали програми стимулювання для підтримки смарт-промисловості, такі як «Industrie 4.0» в Німеччині та «Made in China 2025» в Китаї.

Тож постає питання вибору економіко-математичної моделі, яка б дозволила враховувати широкий спектр чинників виробництва й одночасно бути простою в аналізі та інтерпретації кінцевих результатів. Саме тому вибір оптимальної моделі монетарного стимулювання потребує об'єктивного аналізу різних підходів та їхніх можливих наслідків.

Слід відзначити, що тематика впливу моделей монетарного стимулювання на фінансово-економічний розвиток смарт-промисловості є відомою та дослідженою як у зарубіжних, так і у вітчизняних публікаціях. Однак загального порівняльного аналізу з вибором економіко-математичних моделей не виконано. Таким чином, вибір оптимальної моделі монетарного стимулювання стає актуальним і потребує об'єктивного аналізу різних підходів та їхніх можливих наслідків.

У сучасних умовах економічного розвитку неможливо переоцінити значення пошуку оптимальних інструментів стимулювання економічного зростання. У цьому контексті дослідження різноманітних моделей монетарного стимулювання стає не

лише надзвичайно важливим завданням для економічної науки, але і значущим етапом ефективної економічної політики.

У роботі (Турлакова та ін., 2023) розглянуто особливості моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку, а саме проаналізовано моделі за напрямками стимулювання, які націлені на дослідження впливу стимулів на економічні показники ефективності функціонування підприємств, галузі чи економіки загалом; моделі DCF, GARCH, які одночасно з методами оцінювання ефективності окремих стимулів CBA, ROI, NPV потребують певної модифікації, введення додаткових чинників і нагромадження змінних для оцінювання загального впливу на економіку.

Серед досліджень, присвячених впливу монетарного стимулювання на фінансово-економічний розвиток смарт-промисловості, слід відзначити роботу (Охтень, Дасів, 2021), де проаналізовано складові системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості; на прикладі показників переробної промисловості Німеччини за 2000-2019 рр. здійснено моделювання відповідної виробничої функції.

У публікації (Дадашова, 2016) розглянуто концепцію моделювання монетарного сектору України на основі динамічної системи симультивних рівнянь, яка відрізняється від наявних включенням механізму коригування відхилення від довгострокової рівноваги; доведено, що найбільш чутливими до змін у монетарному секторі виявилися рівень ставок за короткостроковими депозитами та валютний курс.

Зарубіжними авторами (Simmons та ін., 2021) розкрито роль грошей у реальній та монетарній економіці; проаналізовано інноваційні підходи до монетарного стимулювання.

Роботу (Троу, Leeper, 2011) присвячено проблематиці взаємодії монетарної та

фіскальної політики, існуючим моделям стимулювання, але не зосереджено увагу на конкретному впливі цих заходів на розвиток смарт-промисловості. Також виявлено закономірність ефективного стимулювання саме у взаємодії фіскальної та монетарної політики і відзначено неможливість розвитку одного без іншого.

Як зазначено вище, різні економіко-математичні моделі виявляють різні аспекти монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості. Більшість із них є універсальними економічними інструментами. У даній статті зосереджено увагу на аналізі моделей монетарного стимулювання фінансово-економічного розвитку смарт-промисловості.

Сьогодні немає однозначної моделі, яка б повністю враховувала всі аспекти монетарного стимулювання для стимулювання фінансово-економічного розвитку смарт-промисловості. Обмеження вибору економіко-математичних моделей у рамках даного дослідження виправдане кількома науковими міркуваннями.

По-перше, обрані моделі вже визнані у світі економічної науки та широко застосовуються для аналізу монетарного стимулювання та його впливу на сектор смарт-промисловості. Це гарантує наявність відповідної методологічної бази для дослідження та порівняння результатів із попередніми доробками в цій галузі.

По-друге, обрані моделі відповідають різноманітним аспектам економічних процесів, що враховується в контексті сучасних умов розвитку смарт-промисловості. Такий підхід дозволяє забезпечити комплексний аналіз впливу монетарного стимулювання на різні аспекти цього сектору економіки.

По-третє, обрані моделі мають відомі переваги у вигляді можливості кількісного аналізу та прогнозування ефективності монетарної політики, що є важливою умовою для формування раціональних стратегій розвитку смарт-промисловості в Україні.

Таким чином, обмеження кола економіко-математичних моделей до вищевказаних обумовлене їхньою науковою обґрунтованістю та спроможністю забезпечити необхідний рівень аналітичної глибини і репрезентативності в контексті даного дослідження.

*Метою* статті є розгляд обмеженого кола економіко-математичних моделей у контексті монетарного стимулювання фінансово-економічного розвитку смарт-промисловості для виявлення їхніх переваг, недоліків і можливостей доопрацювання.

**1. Модель AD-AS (Aggregate Demand - Aggregate Supply):** передбачає аналіз взаємозв'язку між загальним попитом на товари і послуги (AD) та загальним пропозиційним обсягом (AS) в економіці. Тобто можна дослідити, яким чином монетарне стимулювання впливає на загальний попит і пропозиційну функцію, що позначається на виробництві та рівні цін у смарт-промисловості. Модель AD-AS є дієвим інструментом аналізу макроекономічних змін в економіці та включає агрегований попит (AD) й агреговану пропозицію (AS). У контексті монетарного стимулювання смарт-промисловості ця модель використовується для оцінювання впливу змін у грошовій політиці на загальний попит і пропозицію товарів і послуг; належить до інструментів впливу на загальний попит і загальну пропозицію в монетарній економіці.

Модель AD-AS має свої переваги, оскільки дозволяє аналізувати монетарну політику в рамках досягнення конкретних цілей, таких як збалансоване економічне зростання та стійка інфляція, а також дослідити, яким чином монетарні заходи, такі як зміна процентних ставок або рівня грошової маси, впливають на економічні змінні в смарт-промисловості.

Проте є і недоліки. По-перше, вона передбачає стаціонарний або стабільний економічний контекст, що не завжди відображає реальність, особливо в сучас-

них умовах швидких технологічних змін і геополітичної турбулентності (Asada та ін., 2006). Крім того, модель може недооцінювати складні взаємозв'язки між різними секторами економіки й ігнорувати такі чинники, як неочікувані шоки, нестабільність. Отже, незважаючи на те що модель AD-AS може бути корисною для аналізу загальних тенденцій в економіці та впливу монетарних заходів, вона бути небезпечним інструментом у контексті сучасних динамічних умов України.

Наприклад, автори (Niemira, 2023; Bernanke, 2004) підтверджують, що використання моделі в монетарному стимулюванні може бути ефективним для збільшення сукупного попиту та виходу з рецесії, а також є дієвим інструментом для підтримки економічного зростання та боротьби з фінансовими кризами.

Однак у роботі (Friedman, 1968) зазначено про можливість довгострокових негативних наслідків монетарного стимулювання, таких як інфляція, що може підірвати стабільність економіки, тому рекомендовано використовувати монетарну політику для підтримання стабільності цін, а не для стимулювання економічного зростання.

У контексті монетарного стимулювання смарт-промисловості України модель AD-AS є ризиковим інструментом в умовах швидких технологічних змін і геополітичної турбулентності.

**2. Модель DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium):** використовується для аналізу взаємодії між різними секторами економіки та динамікою цих взаємодій у часі. У контексті монетарного стимулювання смарт-промисловості вона застосовується для оцінювання впливу змін у грошовій політиці на економічні змінні, зокрема на рівень виробництва, інвестиції та зайнятість.

Серед переваг моделі DSGE слід відзначити здатність ураховувати динаміку економічних процесів у часі, що дозволяє

аналізувати вплив монетарного стимулювання на довго- і короткостроковий розвиток смарт-промисловості. Крім того, вона враховує взаємозв'язки між різними секторами економіки та їх взаємодію в умовах різних економічних умов, що дозволяє отримати комплексне уявлення про вплив монетарного стимулювання.

Проте модель DSGE має недоліки. Зокрема, вона потребує складного математичного апарату та великої кількості параметрів, що може зробити її застосування складним для розуміння та інтерпретації. Також вона базується на деяких спрощених припущеннях щодо поведінки різних економічних агентів, що може призводити до недооцінки складних взаємодій та нелінійностей в економіці.

Модель DSGE підтверджує правило Тейлора, яке описує дії центрального банку при підвищенні процентної ставки, коли інфляція перевищує цільовий рівень і знижувати процентну ставку неможливо. Вона може бути використана для аналізу оптимального правила грошово-кредитної політики (Lawler, 2019) та аналізу впливу монетарної політики на зайнятість (Feldstein, 1983).

Отже, з одного боку, простежується багатофакторність використання моделі в процесах монетарного стимулювання, а з іншого – багатофакторність у реальних умовах переходить у складність її застосування, а брак даних при розрахунках спричиняє високий відсоток похибки, що практично робить її неефективною в умовах монетарного стимулювання смарт-промисловості в Україні.

**3. Модель VAR (Vector Autoregression)** – це модель динаміки кількох часових рядів, у якій їхні поточні значення залежать від колишніх. Використовується для аналізу взаємозв'язку між кількома часовими рядами економічних змінних та ймовірності потенційних втрат.

Основна перевага полягає в тому, що модель є потужним інструментом для

аналізу взаємозв'язків між різними змінними в економіці (Kenton, 2003). Вона дозволяє враховувати динаміку взаємодії та прогнозувати майбутні значення, а отже, оцінювати комплексний вплив інструментів монетарної політики на економічний розвиток у реальному часі.

Недоліки полягають у такому: модель може потребувати значних обчислювальних ресурсів та експертизи для побудови та інтерпретації результатів. Крім того, результати можуть бути чутливими до обраних специфікацій, таких як кількість змінних і вибір часового періоду.

У роботі (Kuttner, 2018) виконано емпіричну оцінку даної моделі в умовах монетарної політики. Виявлено, що вона не дозволяє будувати якісні прогнози. Доведено, що дані, отримані за допомогою звичайних VAR-специфікацій, часто зашумлені, та для виправлення цього недоліку треба постійно оновлювати дані.

Однак у дослідженні, здійсненому в Австралії (Jääskelä, Jennings, 2011), обґрунтовано, що порівняно з DSGE VAR-модель досить добре оцінює реакції макроекономічних змінних монетарної політики. Однією з відмінностей моделі VAR є те, що вона не використовує рекурсивні обмеження нульового типу. Це означає, що в ній можливі ситуації, коли інфляція зростає після неочікуваного підвищення відсоткової ставки або коли обмінний курс підвищується або знижується залежно від порядку змінних. Це відбувається через те, що модель VAR дозволяє змінювати різні економічні змінні одночасно, без потреби встановлювати чіткі передбачення щодо порядку чи причинності цих змінних. Такий підхід уможливорює більш гнучкий аналіз взаємозв'язків між економічними змінними та їх взаємодії в реальних економічних умовах (Amisano, Giannini, 1997).

Модель VAR може виявитися неефективною для монетарного стимулювання смарт-промисловості в Україні через низку причин. По-перше, для успішного функ-

ціонування вона потребує значної кількості даних для калібрування, а доступність таких даних є обмеженою, особливо в галузі смарт-промисловості, яка перебуває на стадії розвитку. Друга причина полягає в недоліках самої моделі, яка може давати неточні результати в разі ненадійних вихідних даних або бути складною для інтерпретації, що ускладнює її застосування для практичних цілей.

Крім того, модель VAR може виявитися негнучкою і неспроможною адаптуватися до швидких змін в економіці, що є вразливим для такої швидкозростаючої галузі, як смарт-промисловість. Нарешті, основним недоліком моделі VAR є нездатність урахувати політичні обмеження. Це може призвести до того, що рекомендована моделлю політика буде нездійсненною. Отже, використання моделі VAR у сфері монетарного стимулювання смарт-промисловості в Україні є недоцільним.

**4. Модель CAP (Capital Asset Pricing):** використовується для оцінювання ризику та доходності фінансових активів. У результаті дослідження взаємозв'язку між рівнем ризику та доходності в секторі смарт-промисловості під впливом монетарного стимулювання можна сформулювати закономірність впливу цих заходів на інвестиційну активність у даному секторі (Fernandez, 2014). У контексті монетарного стимулювання смарт-промисловості модель може бути використана для оцінювання впливу грошової політики на вартість капіталу та інвестиції в секторі смарт-промисловості.

Переваги: модель надає зручний метод оцінювання ризику та доходності активів, що дозволяє швидко і точно аналізувати фінансові можливості в секторі смарт-промисловості. Крім того, сьогодні вона успішно застосовується до різних класів активів і ринків, що дозволяє враховувати різноманітність інвестиційних можливостей та уникнути звуження перспективи аналізу.

Недоліки: перш за все модель CAP базується на ряді передположень, таких як ефективність ринку, поведінка інвесторів, які можуть бути не завжди реалізовані, що призводить до недооцінки або неправильного розуміння ризиків і доходності в стимулюванні смарт-промисловості; передбачає використання спрощених припущень про структуру ринку та ризику, що призводить до непридатності моделі в умовах ринкової нестабільності чи інших асиметрій, які часто спостерігаються в динамічному середовищі смарт-промисловості.

У роботі (Li, 2023) модель CAP використано для порівняльного аналізу різних країн; визначено, що вона є зручною для розрахунку даних, але в реальних ринкових умовах є недоцільною для інвесторів, щоб покладатися на неї, через занадто ідеалізовані припущення та коефіцієнт ризику.

У результаті аналізу використання CAP на індійському ринку капіталу шляхом порівняння між обмеженою та звичайною моделями встановлено, що вона в разі перевершила традиційну (Rabha, Singh, 2022).

У роботі (Ren, 2023) розглянуто прогностичні можливості CAP і трифакторної моделі Фама-Френча (FF3F) на ринку акцій готельного та ресторанного бізнесу. Визначено, що трифакторна модель перевершує CAP як у пояснювальній, так і в прогностичній здатності.

На сьогодні модель оцінки капітальних активів широко досліджена в різних контекстах. Обґрунтовано, що CAP може бути використана для оцінювання співвідношення між ризиком й очікуваним прибутком (Fernandez, 2014). Однак в емпіричних дослідженнях наголошено на обмеженнях CAP. Незважаючи на це, CAP залишається актуальною моделлю у фінансово-економічному моделюванні, яка створює компроміси між ризиком і прибутком і служить основою для розрахунку вартості капіталу та надлишкового прибутку.

У контексті монетарного стимулювання смарт-промисловості в Україні використання моделі САР може бути неефективним. Це обумовлено специфічними ризиками та обмеженнями моделі, а також недостатньою репрезентативністю даних внутрішнього ринку. Для досягнення кращих результатів рекомендовано розглядати альтернативні моделі оцінювання ризику та дохідності.

**5. Модель RBC (Real Business Cycle)** – модель нової класичної макроекономіки, згідно з якою циклічні коливання значною мірою виникають через реальні (а не номінальні) шоки. Модель RBC пропонує унікальний погляд на макроекономічні флуктуації, акцентуючи увагу на технологічних шоках як основній причині економічних циклів.

Переваги: здатність відтворювати деякі ключові емпіричні спостереження, наприклад варіабельність інвестицій, що перевищує варіабельність споживання, та кореляції між основними макроекономічними змінними, що добре узгоджуються з післявоєнними даними США (Smith, Zin, 1997).

Недоліки: висока кореляція між виробництвом, відпрацьованими годинами та продуктивністю, яка не відповідає реальним спостереженням, а також недостатня увага до інших потенційних джерел флуктуацій, зокрема монетарної політики. Ці обмеження підкреслюють необхідність додаткових досліджень для розрізнення джерел флуктуацій.

У роботі (McCallum, 1988) виявлено всі недоліки моделі. На думку автора, неможливо не погодитися з тим, що модель здійснила значний внесок у макроекономічний аналіз, пропонуючи інноваційні технічні розробки, які матимуть довгострокове значення для дослідження динаміки економік. Важливим досягненням є розроблення моделі динамічної рівноваги з оптимізаційними агентами, яка дозволяє виконувати кількісний аналіз без припущення

соціальної оптимальності економічних процесів.

Саме завдяки цій моделі визначено, що багато коливань у реальних економіках є результатом зовнішніх шоків, не пов'язаних із монетарною чи фіскальною політикою. Однак питання про те, якою мірою ці шоки можуть пояснити коливання в економіці, залишається відкритим і продовжує бути предметом активних досліджень.

Однак у контексті монетарного стимулювання, незважаючи на те що RBC-модель наголошує на мінімальному впливі монетарної політики на економічні цикли (Deng, 2009), критичний аналіз та інтеграція додаткових емпіричних даних можуть забезпечити більш збалансоване розуміння взаємозв'язків між технологічними шоками, монетарною політикою та економічною активністю. Отже, використання моделі RBC у формуванні монетарної політики потребує подальших досліджень.

**6. Модель Phillips Curve** є ключовим інструментом аналізу взаємозв'язку між безробіттям й інфляцією в економіці. Ця модель передбачає використання математичних виразів для визначення того, які зміни в рівні безробіття впливають на рівень інфляції та навпаки.

Переваги: можливість використання для прогнозування інфляції та впливу на монетарну політику, що надасть центральним банкам можливість регулювати економічну активність. Проте модель є менш ефективною в умовах високої економічної волатильності, політичної нестабільності та економічної відкритості, а її застосування буває ускладненим у країнах зі структурними проблемами.

Крива Філіпса відображає взаємозв'язок між інфляцією та розривом випуску, що становить ключовий момент для монетарної політики. Зростання виробництва понад потенційний рівень спричиняє інфляційний тиск, оскільки підвищений попит змушує компанії підвищувати ціни на

власну продукцію. Модель є корисним інструментом для прогнозування інфляції, дозволяючи центральним банкам балансувати між стимулюванням економічної активності та запобіганням інфляції через регулювання облікових ставок й інших інструментів (Cato Institute, 2020).

Виконаний Drago Bergholt та його командою експеримент показав, що, незважаючи на велику кількість переваг, у складних технологічно орієнтованих промислових системах, де чинники, що впливають на інфляцію, можуть бути більш складними, ніж просто обсяг виробництва та безробіття, модель може проявляти себе менш ефективною (CEPR, 2023). Наприклад, інновації, швидкість змін у виробничих процесах і глобальні чинники можуть мати значний вплив на інфляційний процес, який може бути недостатньо врахований у моделі Phillips Curve (Team, 2003).

Проте в умовах сучасних економічних реалій України крива Філіпса буде видавати дуже обмежені прогнози, ефективність яких не підтверджена, а висока волатильність економіки та політична нестабільність тільки ускладнять прогнозування інфляції.

### **7. Неокласична мультиплікативна виробнича функція Кобба-Дугласа (Cobb-Douglas production function)**

Модель Кобба-Дугласа є неокласичною моделлю, що відображає залежність обсягу виробництва  $Q$  від чинників виробництва, які його створюють, – витрат праці  $L$  і капіталу  $K$ . Модель дозволяє встановити, яким чином зміна кількості праці та капіталу впливає на обсяг виробництва, що дозволяє аналізувати оптимальні стратегії використання ресурсів і прогнозувати ефективність виробництва за різними сценаріями.

Однією з переваг моделі є простота та зрозумілість, що дозволяє застосовувати її для аналізу виробництва в різних галузях економіки (Засядько, Корольок, 2017). У контексті монетарного стимулювання

смарт-промисловості вона може бути використана для аналізу впливу зміни відсоткових ставок на інвестиції у смарт-промисловість.

Головним недоліком є нереалістичні припущення. Наприклад, модель передбачає постійні відносини між виробництвом і чинниками виробництва, що не завжди відповідає складній реальності економічних процесів. Крім того, вона часто не враховує нелінійних зв'язків між цими чинниками та може недооцінювати їхні взаємодії в реальних умовах. Такі нереалістичні припущення можуть призвести до неточностей у прогнозуванні й ускладнювати аналіз економічних ситуацій.

О. Охтеня та А. Дасів виконали моделювання виробничої функції з урахуванням зміни віддачі чинників із часом на прикладі переробної промисловості Німеччини, використовуючи модель Кобба-Дугласа. Такий вибір обумовлений тим, що модель ураховує асиметричні закони суспільного виробництва, нерівномірність розподілу економічних ресурсів між структурними компонентами національного господарства й у такий спосіб забезпечує найбільш точні макроекономічні прогнози (Охтеня, Дасів, 2021).

Крім того, виробнича функція Кобба-Дугласа може служити базою для розроблення прогностичних моделей, що допоможуть прогнозувати розвиток смарт-промисловості відповідно до різних сценаріїв монетарної політики. Це дозволить урядам і центральним банкам приймати обґрунтовані рішення щодо регулювання грошового обігу та інших макроекономічних показників з метою сприяння сталому розвитку смарт-промисловості.

Отже, використання виробничої функції Кобба-Дугласа може стати важливим інструментом у формуванні та здійсненні монетарної політики, спрямованої на підтримку та розвиток смарт-промисловості.

Незважаючи на те що використання виробничої функції Кобба-Дугласа в еконо-

міці викликає безліч дебатів, вона є найбільш простим і дієвим інструментом для аналізу взаємозв'язків між виробництвом та чинниками виробництва. Для застосування в Україні, яка ще перебуває на стадії переходу до смарт-промисловості (Черкашина, 2020), ця модель є найбільш доцільною, оскільки дозволяє аналізувати оптимальні стратегії використання ресурсів та прогнозувати ефективність виробництва в умовах постійної технологічної трансформації України.

У рамках даного дослідження для оцінювання різних економіко-математичних

моделей згідно із встановленими критеріями доцільним є порівняльний аналіз (див. таблицю). Його мета полягає в ідентифікації моделі, яка найбільшою мірою відповідає вимогам аналізу та прогнозування критеріїв монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості. Такий аналіз є критичним для формулювання науково обґрунтованих висновків та рекомендацій щодо вибору оптимальної моделі для дослідження смарт-промисловості, оскільки передбачає комплексне та систематичне врахування широкого спектру чинників і показників.

**Таблиця – Порівняльний аналіз економіко-математичних моделей згідно з критеріями відповідності до монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості**

Критерії	AD-AS	DSGE	VAR	CAP	RBC	Крива Філіпса	Функція Кобба-Дугласа
Простота	0,7	0,3	0,5	0,8	0,4	0,7	0,8
Точність	0,5	0,7	0,4	0,6	0,5	0,6	0,8
Можливість прогнозування	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6
Багатофакторність	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7
Оцінка ризику	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4
Оцінка складних взаємозв'язків	0,4	0,7	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6
Урахування динаміки економічних процесів	0,5	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,8
Урахування нелінійних ефектів	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7
<i>Середня оцінка</i>	0,55	0,63	0,56	0,58	0,58	0,59	0,68

*Джерело:* складено автором.

Відсоткова метрика відображає ступінь відповідності кожної моделі встановленим критеріям, що дозволяє отримати кількісну оцінку ефективності кожної з них. Використання десяткової форми відсотків (за шкалою від 0 до 1) надає можливість точніше визначити рівень відповідності кожної моделі вимогам до заданих критеріїв.

Такий підхід спрощує процес порівняння моделей, оскільки відсоткові оцінки легко порівнюються між собою та дозволяють чітко визначити переваги і недоліки

кожної з них; забезпечує об'єктивність і надійність результатів порівняльного аналізу.

Отже, модель виробничої функції Кобба-Дугласа має найвищу оцінку 0,68 серед інших економіко-математичних моделей, що на 8% більше від моделі DSGE та на 15% – від середньої оцінки за всіма моделями.

*Висновки.* Процеси монетарного стимулювання смарт-промисловості є важливим завданням для урядів і центральних

банків у сучасних умовах. Саме від вибору ефективної економіко-математичної моделі залежить якість монетарного стимулювання смарт-промисловості.

Розглянуто такі економіко-математичні моделі: AD-AS (Aggregate Demand-Aggregate Supply), DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium), VAR (Vector Autoregression), CAP (Capital Asset Pricing), (RBC) Real Business Cycle, Phillips Curve та виробнича модель Кобба-Дугласа.

Встановлено, що всі ці моделі мають такі недоліки, як складність використання та нерозкриті питання до інтерпретації результатів, обмеженість урахування чинників, а саме:

AD-AS характеризується схематичністю, що може призводити до недостатнього врахування реальних ризиків і чинників, які впливають на попит та пропозицію, а також статичністю, що обмежує її здатність урахувати динаміку зміни економічних параметрів із часом;

DSGE потребує складного математичного апарату та обчислень, що ускладнює її застосування. Також вона не має гнучкості, коли деякі варіанти можуть бути досить жорсткими в розгляді реальних економічних ситуацій;

VAR обмежена врахуванням чинників, що впливають на економічні змінні, та проявляє чутливість до специфікації, коли результати можуть значною мірою змінюватися залежно від включених змінних та їх специфікації;

CAP базується на припущеннях про ринкову ефективність, які не завжди відповідають реальності;

RBC характеризується відсутністю нестабільності та нереалістичними припущеннями про ринкову поведінку;

Phillips Curve може бути нестабільною, коли інфляція та безробіття реагують на економічні шоки неоднаково;

модель Кобба-Дугласа характеризується спрощеними припущеннями та відсутністю врахування нелінійних ефектів, що

обмежує її здатність урахувати складні динамічні процеси та взаємозв'язки між різними чинниками виробництва.

Однак, незважаючи на перелічені недоліки, модель Кобба-Дугласа відома своєю простотою в аналізі та інтерпретації результатів. Це є важливим у контексті моделювання складних економічних систем, де розуміння результатів моделі та їх практичне застосування можуть бути вирішальними для прийняття стратегічних рішень.

Таким чином, модель Кобба-Дугласа є найбільш ефективною для аналізу та прогнозування розвитку смарт-промисловості в Україні. Вона дозволяє врахувати широкий спектр чинників і є простою для застосування в аналізі та інтерпретації результатів.

### Література

- Дадашова П. (2016). Моделювання монетарного сектора України на основі динамічної системи симультивних рівнянь. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*. № 1 (1). С. 54-61. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5c383362-a00a-413c-9d38-490bc79b4732/content> (дата звернення: 29.01.2024).
- Журавка Ф. О. (2008). Валютна політика в умовах трансформаційних змін економіки України: монографія. Суми: Ділові перспективи; ДВНЗ «УАБС НБУ». 334 с.
- Засядько А. А., Королюк С. С. (2017). Моделювання максимізації прибутку на основі виробничої функції Кобба-Дугласа. *Системи обробки інформації*. № 2 (148). С. 168-173. DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2017.148.31>
- Звіт про фінансову стабільність 2023 (2023). *Національний банк України*. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/FSR\\_2023-H1.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2023-H1.pdf?v=4) (дата звернення: 29.01.2024).
- Князев С. І. (2020). Смарт-промисловість: формування базису нового етапу економічного зростання у світі. *Бізнес*

- Информ.* № 4. С. 150-162. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-150-162>
- Охтеня О., Дасів А. (2021). Моделювання виробничої функції з урахуванням зміни віддачі факторів із часом на прикладі переробної промисловості Німеччини. *Економіка промисловості*. № 1 (93). С. 79-91. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2021.01.079>
- Смарт-промисловість: напрями становлення, проблеми і рішення: монографія (2019). В.П. Вишневський, О.В. Вієцька, О.А. Вієцький та ін.; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 464 с. URL: [https://ie.org.ua/wp-content/uploads/2020/04/2019-smart-promyslovist\\_napriamy-stanovlennia-problemy-i-rishennia\\_compress-1.pdf](https://ie.org.ua/wp-content/uploads/2020/04/2019-smart-promyslovist_napriamy-stanovlennia-problemy-i-rishennia_compress-1.pdf) (дата звернення: 29.01.2024).
- Турлакова С., Шуміло Я., Логвіненко Б. (2023). Особливості моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. *Економіка промисловості*, № 2 (102). С. 24-46. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2023.02.024>
- Черкашина Т. С. (2020). Моделювання виробничої функції з урахуванням зміни віддачі факторів. Виробнича функція Кобба-Дугласа як інструмент політики економічного зростання України в умовах ринкових реформ. *Економіка та суспільство*. № 21. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-15>
- Amisano G., Giannini C. (1997). From VAR models to Structural VAR models. *Topics in Structural VAR Econometrics* (pp. 1-28). Springer Berlin Heidelberg. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-60623-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-60623-6_1)
- Asada T., Chen P., Chiarella C., Flaschel P. (2006). Chapter 7 AD-AS and the Phillips Curve: A Baseline Disequilibrium Model. *Contributions to Economic Analysis*. Vol. 277. P. 173-227. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0573-8555\(05\)77007-3](https://doi.org/10.1016/s0573-8555(05)77007-3)
- Bernanke B., Reinhart V., Sack B. (2004). Monetary Policy Alternatives at the Zero Bound: An Empirical Assessment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 70. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.632381>
- Davig T., Leeper E. (2011). Monetary-Fiscal Policy Interactions and Fiscal Stimulus. *European Economic Review*. Vol. 55. P. 211-227. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2010.04.004>
- Deng B. (2009). Real Business Cycle Theory- A Systematic Review. Department of Economics, *Hong Kong University of Science and Technology*. URL: <https://mpra.uni-muenchen.de/17932/> (дата звернення: 22.01.2024).
- Feldstein M. (1983). The fiscal framework of monetary policy. *Economic Inquiry*. Vol. 21(1). P. 11-23. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1983.tb00613.x>
- Fernandez P. (2014). CAPM: un modelo absurdo (CAPM: An Absurd Model). *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2499455>
- Fox M. (2023). Chart of the day: There will be 152 rate cuts next year from central banks around the world, Bank of America says. *Yahoo Finance*. URL: <https://finance.yahoo.com/news/chart-day-152-rate-cuts-011650419.html> (дата звернення: 22.01.2024).
- Friedman M. (1968). The role of monetary policy. *The American Economic Review*. Vol. LVIII (1). URL: <https://www.aeaweb.org/aer/top20/58.1.1-17.pdf> (дата звернення: 22.01.2024).
- Growth continuing at a modest pace through 2025, inflation declining to central bank targets (2023). *OECD Economic*. URL: <https://www.oecd.org/newsroom/growth-continuing-at-a-modest-pace-through-2025-inflation-declining-to-central-bank-targets.htm> (дата звернення: 29.01.2024).

- IMF urges central banks to remain firm on inflation (2023, 10 October). *Financial Times*. URL: <https://www.ft.com/content/acff8ce0-61f3-4ddd-9dde-61a933ee70c6> (дата звернення: 29.01.2024).
- Jääskelä J. P., Jennings D. (2011). Monetary policy and the exchange rate: Evaluation of VAR models. *Journal of International Money and Finance*. Vol. 30. Iss. 7. P. 1358-1374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2011.06.014>
- Jurgens J., Swan Gin B. (2022). The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: *Manufacturing Transformation Insights Report 2022*. URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Smart\\_Industry\\_Readiness\\_Index\\_Initiative\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf) (дата звернення: 29.01.2024).
- Kenton W. (2003). Understanding Value at Risk (VaR) and How It's Computed. *Investopedia*. URL: <https://www.investopedia.com/terms/v/var.asp> (дата звернення: 29.01.2024).
- Kuttner K. N. (2018). Outside the Box: Unconventional Monetary Policy in the Great Recession and Beyond. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 32. Iss. 4. P. 121-146. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.32.4.121>
- Lawler K., Vlasova T., Moscardini A. (2019). Using System Dynamics in Macroeconomics. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics*. Vol. 3. Iss. 204. P. 34-40. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2019/204-3/5>
- Li S. (2023). The Development of CAPM Model and Its Application in the Field of Corporate Finance. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, Vol. 41. Iss. 1. P. 172-178. DOI: <https://doi.org/10.54254/2754-1169/41/20232062>
- McCallum B. (1988, January). Real Business Cycle Models. *National Bureau of Economic Research. NBER Working Paper № 2480*. DOI: <https://doi.org/10.3386/w2480>
- Monetary policy and the Phillips curve: Some simple arithmetics. (2023). *CEPR*. URL: <https://cepr.org/voxeu/columns/monetary-policy-and-phillips-curve-some-simple-arithmetics> (дата звернення: 20.01.2024).
- Niemira M. (2023). Revisiting the Aggregate Demand-Aggregate Supply Model on its 75th Anniversary. *SSRN*. URL: <https://ssrn.com/abstract=4541947> (дата звернення: 20.01.2024).
- Rabha D., Singh R. G. (2022). Is CAPM Still Valid in Today's Market Scenario? *Indian Journal of Finance*, Vol. 16. Iss. 5. Art. 57. DOI: <https://doi.org/10.17010/ijf/2022/v16i5/169518>
- Ren T., Wang H., Zhang Y. (2023). Evaluation of CAPM and Three-factor Model During the COVID-19: Evidence from Chinese Catering Industry. У Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Economics, Smart Finance and Contemporary Trade (ESFCT 2023). *Atlantis Press International BV*. DOI: [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-268-2\\_10](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-268-2_10)
- Simmons R., Dini P., Culkin N., Littera G. (2021). Crisis and the Role of Money in the Real and Financial Economies – An Innovative Approach to Monetary Stimulus. *Journal of Risk and Financial Management*. Vol. 14. Iss. 3. Art. 129. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm14030129>
- Smith G. W., Zin S. E. (1997). Real business-cycle realizations. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. Vol. 47. P. 243-280. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0167-2231\(98\)00012-8](https://doi.org/10.1016/s0167-2231(98)00012-8)
- Team T. I. (2003). The Phillips Curve Economic Theory Explained. *Investopedia*. URL: <https://www.investopedia.com/terms/p/phillipscurve.asp> (дата звернення: 29.01.2024).
- The Phillips Curve: A Poor Guide for Monetary Policy. (2020). *Cato Institute*. URL: <https://www.cato.org/cato-journal/winter-2020/phillips-curve-poor-guide-monetary-policy> (дата звернення: 29.01.2024).

US well placed for interest rate cuts, says OECD. (2023). *Financial Times*. URL: <https://www.ft.com/content/2a65f6e5-02fb-46d7-9e03-612cd9a9f6ee> (дата звернення: 29.01.2024).

World Bank Group (2022). Risk of Global Recession in 2023 Rises Amid Simultaneous Rate Hikes. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/09/15/risk-of-global-recession-in-2023-rises-amid-simultaneous-rate-hikes> (дата звернення: 29.01.2024).

### References

- Dadashova, P. (2016). Modeling the monetary sector of Ukraine on the basis of a dynamic system of simultaneous equations. *Scientific notes of NaUKMA. Economic Sciences*, 1(1), pp. 54-61. Retrieved from <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5c383362-a00a-413c-9d38-490bc79b4732/content> [in Ukrainian].
- Zhuravka, F.O. (2008). Currency policy in the conditions of transformational changes in the Ukrainian economy: monograph. Sumy: Business Perspectives. 334 p. [in Ukrainian].
- Zasyadko, A. A., & Korolyuk, S. S. (2017). Modeling profit maximization based on the Cobb-Douglas production function. *Information Processing Systems*, 2 (148), pp. 168-173. DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2017.148.31> [in Ukrainian].
- Financial Stability Report 2023 (2023). *National Bank of Ukraine*. Retrieved from [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/FSR\\_2023-H1.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2023-H1.pdf?v=4) [in Ukrainian].
- Knyazev, S.I. (2020). Smart industry: formation of the basis for a new stage of economic growth in the world. *Business Inform*, 4. pp. 150-162. DOI: <https://doi.org/10.32983/22-4459-2020-4-150-162> [in Ukrainian].
- Okhten, O., & Dasiv, A. (2021). Modeling the production function with the account for the change of factors' output over time on the example of manufacturing industry in Germany. *Econ. promisl.*, 1 (93), pp. 79-91. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2021.01.079> [in Ukrainian].
- Smart industry: Directions of development, problems and solutions: monograph (2019). Vishnevsky, V., Viyetska, O., Viyetskyi, O. et al. In V. Vishnevsky (Ed.). National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Industrial Economics. 464 p. Retrieved from [https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2020/04/2019-smart-promyslovisht-napriamy-stanovlennia-problemy-i-rishennia\\_compres sed-1.pdf](https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2020/04/2019-smart-promyslovisht-napriamy-stanovlennia-problemy-i-rishennia_compres sed-1.pdf) [in Ukrainian].
- Turlakova, S., Shumilo, Y., & Logvinenko, B. (2023). Features of modelling the components of the financial and economic stimulation system of the advanced technologies' introduction of smart industrial development. *Econ. promisl.*, 2 (102), pp. 24-46. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2023.02.024> [in Ukrainian].
- Cherkashyna, T. (2019). Cobb-douglas production function as an instrument of economic growth policy of ukraine under market reforms. *Ekonomika ta suspilstvo*, 20. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-15> [in Ukrainian].
- Amisano, G., & Giannini, C. (1997). From VAR models to Structural VAR models. *Topics in Structural VAR Econometrics* (pp. 1-28). Springer Berlin Heidelberg. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-60623-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-60623-6_1)
- Asada, T., Chen, P., Chiarella, C., & Flaschel, P. (2006). Chapter 7. AD-AS and the Phillips Curve: A Baseline Disequilibrium Model. *Contributions to Economic Analysis*, 277, pp. 173-227. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0573-8555\(05\)77007-3](https://doi.org/10.1016/s0573-8555(05)77007-3)
- Bernanke, B., Reinhart, V., & Sack, B. (2004). Monetary Policy Alternatives at the Zero Bound: An Empirical Assessment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 70. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.632381>
- Deng, B. (2009). Real Business Cycle Theory- A Systematic Review. Department of Economics, Hong Kong University of Science

- ce and Technology. Retrieved from <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/17932/>
- Feldstein, M. (1983). The fiscal framework of monetary policy. *Economic Inquiry*, 21 (1), pp. 11-23. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1983.tb00613.x>
- Fernandez, P. (2014). CAPM: un modelo absurdo (CAPM: An Absurd Model). *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2499455>
- Fox, M. (2023). Chart of the day: There will be 152 rate cuts next year from central banks around the world, Bank of America says. *Yahoo Finance*. Retrieved from <https://finance.yahoo.com/news/chart-day-152-rate-cuts-011650419.html>
- Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. *The American Economic Review*, LVIII(1). Retrieved from <https://www.aea-web.org/aer/top20/58.1.1-17.pdf>
- Growth continuing at a modest pace through 2025, inflation declining to central bank targets. (2023). *OECD Economic*. Retrieved from <https://www.oecd.org/newsroom/growth-continuing-at-a-modest-pace-through-2025-inflation-declining-to-central-bank-targets.htm>
- IMF urges central banks to remain firm on inflation. (2023, 10 October). *Financial Times*. Retrieved from <https://www.ft.com/content/acff8ce0-61f3-4ddd-9dde-61a933ee70c6>
- Jääskelä, J. P., & Jennings, D. (2011). Monetary policy and the exchange rate: Evaluation of VAR models. *Journal of International Money and Finance*, 30 (7), pp. 1358-1374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2011.06.014>
- Jurgens, J., & Swan Gin, B. (2022). The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: *Manufacturing Transformation Insights Report 2022*. Retrieved from [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Smart\\_Industry\\_Readiness\\_Index\\_Initiative\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf)
- Kenton, W. (2003). Understanding Value at Risk (VaR) and How It's Computed. *Investopedia*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/v/var.asp>
- Kuttner, K. N. (2018). Outside the Box: Unconventional Monetary Policy in the Great Recession and Beyond. *Journal of Economic Perspectives*, 32(4), pp. 121-146. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.32.4.121>
- Lawler, K., Vlasova, T., & Moscardini, A. (2019). Using System Dynamics in Macroeconomics. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics*, 204 (3), pp. 34-40. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2019/204-3/5>
- Li, S. (2023). The Development of CAPM Model and Its Application in the Field of Corporate Finance. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 41 (1), pp. 172-178. DOI: <https://doi.org/10.54254/2754-1169/41/20232062>
- McCallum, B. (1988, January). Real Business Cycle Models. *National Bureau of Economic Research*. NBER Working Paper № 2480. DOI: <https://doi.org/10.3386/w2480>
- Monetary policy and the Phillips curve: Some simple arithmetics. (2023). *CEPR*. Retrieved from <https://cepr.org/voxeu/columns/monetary-policy-and-phillips-curve-some-simple-arithmetics>
- Niemira, M. (2023). Revisiting the Aggregate Demand-Aggregate Supply Model on its 75th Anniversary. *SSRN*. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=4541947>
- Rabha, D., & Singh, R. G. (2022). Is CAPM Still Valid in Today's Market Scenario? *Indian Journal of Finance*, 16 (5), 57. DOI: <https://doi.org/10.17010/ijf/2022/v16i5/169518>
- Ren, T., Wang, H., & Zhang, Y. (2023). Evaluation of CAPM and Three-factor Model During the COVID-19: Evidence from Chinese Catering Industry. Y Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Economics, Smart Finance and Contemporary Trade (ESFCT 2023). *Atlantis Press*

- International BV*. DOI: [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-268-2\\_10](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-268-2_10)
- Simmons, R., Dini, P., Culkin, N., & Littera, G. (2021). Crisis and the Role of Money in the Real and Financial Economies – An Innovative Approach to Monetary Stimulus. *Journal of Risk and Financial Management*, 14 (3), 129. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm14030129>
- Smith, G. W., & Zin, S. E. (1997). Real business-cycle realizations. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 47, pp. 243-280. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0167-2231\(98\)00012-8](https://doi.org/10.1016/s0167-2231(98)00012-8)
- Team, T. I. (2003). The Phillips Curve Economic Theory Explained. *Investopedia*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/p/phillipscurve.asp>
- The Phillips Curve: A Poor Guide for Monetary Policy. (2020). *Cato Institute*. Retrieved from <https://www.cato.org/cato-journal/winter-2020/phillips-curve-poor-guide-monetary-policy>
- Troy, D., & Leeper, E. (2011). Monetary-Fiscal Policy Interactions and Fiscal Stimulus. *European Economic Review*, 55, pp. 211-227. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2010.04.004>
- US well placed for interest rate cuts, says OECD. (2023). *Financial Times*. Retrieved from <https://www.ft.com/content/2a65f6e5-02fb-46d7-9e03-612cd9a9f6ee>
- World Bank Group (2022). Risk of Global Recession in 2023 Rises Amid Simultaneous Rate Hikes. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/09/15/risk-of-global-recession-in-2023-rises-amid-simultaneous-rate-hikes>

**Bohdan I. Lohvinenko,**

*PhD in Economics*

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: [bodya00728@gmail.com](mailto:bodya00728@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

## **ANALYSIS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF MONETARY STIMULATION FOR THE DEVELOPMENT OF SMART INDUSTRY**

The article considers economic and mathematical models in the context of monetary stimulation of financial and economic development of the smart industry. The article analyses AD-AS, DSGE, VAR, CAP, RBC, Phillips Curve and Cobb-Douglas models.

The advantages and disadvantages of the models in the context of monetary stimulation of smart industry development are identified. The analysis has revealed that all the considered models have certain disadvantages, such as complexity of use and lack of clarity in interpreting the results, as well as limited consideration of factors that are important in monetary stimulation of the smart industry.

The reviewed VAR model is limited in taking into account all factors affecting economic variables and is sensitive to specification, which leads to significant changes in the final results depending on the included variables and their specification. The CAP model is based on assumptions about market efficiency that do not always correspond to reality, while the RBC model is characterised by the absence of instability and unrealistic assumptions about market behaviour. The Phillips Curve model shows instability when inflation and unemployment respond to economic shocks in different ways, which is unacceptable in the context of monetary stimulation for the development of the smart industry. The analysis identified the advantages and disadvantages of all models, which allowed us to objectively assess the actual conditions of the models.

The analysis has shown that, given the above shortcomings and the specifics of the current economic environment, the Cobb-Douglas model is the most effective for analysing and forecasting the development of the smart industry in Ukraine.

The other models considered may also be useful for stimulating the development of the smart industry, but they do not provide the same flexibility and ease of use as the Cobb-Douglas model. Thus, given the specifics of monetary policy, the Cobb-Douglas model seems to be the most appropriate tool for analysing and forecasting monetary stimulus for the development of the smart industry in Ukraine. It allows for a wide range of production factors and is simple to analyse and interpret the final results, making it the most suitable for addressing complex issues of monetary stimulation in the context of smart industry development.

*Keywords:* monetary stimulation, smart industry, development, modeling.

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

*Формат цитування:*

Логвіненко Б. І. (2024). Аналіз економіко-математичних моделей монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості. *Економіка промисловості*. № 1 (105). С. 39-54. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.01.039>

Lohvinenko, B. I. (2024). Analysis of economic and mathematical models of monetary stimulation for the development of smart industry. *Econ. promisl.*, 1 (105), pp. 39-54. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.01.039>

*Надійшла до редакції 22.02.2024 р.*