

Оксана Миколаївна Гаркушенко,
канд. екон. наук, старший науковий співробітник
Інститут економіки промисловості НАН України
вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна
E-mail: garkushenko.o.n@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9153-3763>

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГУ ІНВЕСТИЦІЙ В УКРАЇНІ¹

Інвестиції, насамперед виробничі, є запорукою того, що підприємства зможуть своєчасно оновити виробничі потужності та зберегти або навіть посилити свої позиції на ринках товарів і послуг. Втім питання визначення факторів, які впливають на обсяги і динаміку інвестицій, є досить проблематичним, що ускладнює створення відповідних економіко-математичних моделей.

Зарубіжні та вітчизняні вчені давно працюють над визначенням таких факторів, до яких відносять: ВВП на душу населення країни; темпи економічного зростання; національні заощадження; курс валюти; інфляцію; облікову ставку; рівень податкового навантаження (у першу чергу податку на прибуток підприємств); індекс цін на продукцію виробничого призначення; рівень доходів на вкладений капітал (коефіцієнт окупності інвестицій); заробітну плату; продуктивність праці тощо. Але в кожній країні сила впливу різних факторів може розрізнятися. Так само ускладнює процес моделювання інвестицій і те, що деякі фактори (наприклад, ВВП на душу населення) самі по собі є складними та залежать від інших.

Метою статті є визначення факторів впливу на обсяг інвестицій в Україні та розроблення відповідних економіко-математичних моделей, які в подальшому передбачається використати для побудови комплексної системно-динамічної моделі впливу цифровізації на забезпечення сталого розвитку України. Така комплексна модель може стати зручним інструментом визначення не лише наслідків для промисловості зміни обсягів інвестицій під впливом дії різних факторів, але і рівня захворюваності трудящих та забруднення довкілля.

Встановлено, що на обсяг інвестицій у промисловість України найбільшою мірою впливає облікова ставка НБУ. Запропоновано відповідну модель інвестицій та обґрунтовано її адекватність.

На інвестиції в цифровий капітал виробничого призначення певний вплив мають також фактори індексу долара США та податкового навантаження, а на інвестиції в цифровий капітал природоохоронного призначення – фактор податкового навантаження. Проте через дуже приблизні статистичні дані, згідно з якими виконано розрахунки, відповідні моделі є ненадійними.

Обґрунтовано рекомендації щодо розроблення методики збору та подання статистичної інформації, яка стосується інвестицій у цифрові техніку та технології підприємствами країни та цифрового капіталу природоохоронного і виробничого призначення (за структурою). Це дозволить у подальшому виконувати більш точні розрахунки та створювати більш

¹ Стаття підготовлена в рамках виконання конкурсної тематики «Смарт-система промислового прогнозування і форсайтингу» (номер держреєстрації 0122U002165) та планових досліджень ІЕП НАН України в рамках бюджетної теми «Фінансово-економічне стимулювання розвитку смарт-промисловості» (номер держреєстрації 0122U002519).

надійні економіко-математичні моделі, які можуть стати зручним інструментом для визначення напрямів розвитку економіки країни.

Ключові слова: економіко-математична модель, інвестиції, цифровізація, капітал.
JEL: C630, E220, O140

Конкуренція між виробниками товарів і послуг, що особливо загострилася на тлі глобалізації та цифровізації, які надають їх потенційним споживачам широкі можливості порівняння цін та якості, потребує від сучасних підприємств постійного вдосконалення всіх аспектів виробництва. За таких умов інвестиції стають важливим джерелом фінансування модернізації, а моделювання їх обсягів – зручним інструментом, що дозволяє визначати напрями та загрози діяльності підприємств в умовах жорсткої конкуренції та складних фінансово-економічних умов.

Метою статті є визначення факторів впливу на обсяг інвестицій в Україні та розроблення відповідних економіко-математичних моделей інвестицій. Їх створення дозволить визначити, як саме зміна факторів впливу може позначитися на обсязі інвестицій. Після вбудовування моделей інвестицій в економіко-математичну модель впливу цифровізації на забезпечення сталого розвитку України можливо буде визначити не лише обсяги інвестицій, а також те, як під впливом тих чи інших факторів змінюються пов'язані з інвестиціями виробничі процеси, зокрема рівні захворюваності населення та забруднення довкілля.

Інвестиції в макроекономічних математичних моделях

Завдання моделювання інвестицій на макроекономічному рівні є надзвичайно складним. З одного боку, моделі, автори яких тією або іншою мірою намагаються це робити, створюються щонайменше з 1940-х років¹, а з іншого – інвестиції є найбільш мінливим компонентом загальних витрат як окремих підприємств, так і дер-

жави загалом. Більше того, кожна інвестиція здійснюється окремим економічним агентом і має свою специфіку. Як наслідок, за узагальненими даними в рамках країни (групи країн) складно визначити, що саме на них впливає (Devereux, 1996, p. 105).

Крім того, автори моделей інвестицій або концентруються на рівні підприємств, або досліджують випадки закритих економік (як, наприклад, Дж. Хікс та його послідовники). Останні мають обмежену практичну значущість з огляду на посилення глобалізації та міжнародних інтеграційних процесів.

На основі аналізу моделей інвестування, що здійснюються окремими економічними агентами та/або в окремих видах економічної діяльності², було встановлено, що зазвичай метою інвестицій є отримання прибутку від таких операцій. Відповідно, фактори, які можуть впливати на це, мають бути враховані при здійсненні інвестицій. Наведене зауваження є коректним не лише для мікро-, але і для макrorівня (McDonald & Siegel, 1986, p. 707).

Послідовники Дж. М. Кейнса та Дж. Хікса запропонували такі залежності для закритої економіки (Kurkina, 2017, pp. 381, 382):

$$\begin{cases} I(y) = \frac{\exp(y)}{1 + \exp(-y)}; \\ I(0) = 0,5; \\ I(y) \xrightarrow{y \rightarrow \infty} 1. \end{cases}$$

$$I(y, r) = \frac{1}{1 + \exp(y)} - \beta_1 r,$$

де I – інвестиції в економіку деякої країни;

¹ Наприклад, це стосується запропонованої Дж. Хіксом на основі роботи Дж. М. Кейнса (Keynes, 1936) моделі IS-LM (Hicks, 1937).

² Детальний аналіз таких моделей запропоновано, наприклад, у публікації (Patil & Bagodi, 2021).

\exp – функція зведення в експоненту;

y – виробництво продукції на душу населення досліджуваної країни;

r – норма прибутку від капіталу;

β_1 – константа, $\beta_1 > 0$.

Тобто як фактори, що впливають на інвестиції, було запропоновано використовувати виробництво продукції на душу населення (або ВВП на душу населення) та норму прибутку від капіталу.

Втім спроби знайти розв'язок наведених рівнянь так, щоб це мало економічний сенс, були невдалими (Kurkina, 2017, р. 383).

Слід зауважити, що вдосконалення моделей Дж. М. Кейнса та Дж. Хікса в цьому випадку мало на меті дослідження ділових циклів, а не інвестицій та факторів, що на них впливають. Також усі параметри функцій виробничих циклів розраховувалися для розвинутих країн зі стабільною економікою (Kurkina, 2017, р. 387). Тобто намагання застосувати такі моделі для менш розвинутих країн із нестабільними економіками, що недостатньо відновилися після глобальної фінансової кризи 2007-2008 рр. та наразі потерпають від наслідків COVID-19, є недоцільними. Крім того, ці моделі було розроблено для країн із закритою економікою, а цього в реальності майже не спостерігається.

Одним із перших досліджень щодо визначення факторів, які впливають на інвестиції, та моделювання інвестицій у відкритій економіці стала класична робота Д. Йоргенсона (Jorgenson, 1963). На його думку, загальна сума інвестицій в економіці країни є сумою інвестицій у розширення капіталу та інвестицій у його заміну. Як фактори, що впливають на інвестиції, виокремлено вартість капіталу (бажана та вартість капіталу, який вибув з експлуатації) та заробітну плату.

При цьому приріст обсягів виробництва (Q) пов'язаний із приростом праці (L) як відношення заробітної плати (s) до ціни одиниці виробленої продукції (p):

$$\frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{s}{p}.$$

Д. Йоргенсон перевірів свою модель на статистичних даних США за 1948-1960 рр. (щоквартальні дані). У результаті було визначено, що розраховані дані досить точно відповідають фактичним. Втім учений у своїй моделі широко використовував поліноми. Це значною мірою полегшило завдання «підгонки» розрахункових даних під фактичні. Також недоліком моделі є відсутність урахування зміни вартості основних фондів під впливом НТП і того, яким чином це впливає на інвестиції.

Д. Йоргенсон зазначає, що факторами впливу на інвестиції виступають також облікова ставка та податки. На основі аналізу статистичної інформації по США за 1948-1960 рр. (щоквартальні дані) науковець встановив, що існує значна кореляція між цими показниками та інвестиціями. Однак безпосередньо до моделі облікову ставку та податки він не включав.

Наступною важливою роботою, у якій визначено фактори впливу на інвестиції у відкритій економіці, є стаття М. Деве-ро «Інвестиції, заощадження та оподаткування у відкритій економіці» (Devereux, 1996). Цей автор не пропонує економіко-математичних моделей інвестицій, проте на основі аналізу статистичної інформації по країнах-членах ОЕСР за 1960-1989 рр., перевірки раніше відомих моделей, що опосередковано стосувалися інвестицій (Feldstein & Horioka, 1980; Feldstein, 1983), та застосування кореляційно-регресійного аналізу йому вдалося встановити зв'язок між інвестиціями і такими факторами:

- 1) рівень дохідності на вкладений капітал (коефіцієнт окупності інвестицій);
- 2) національні заощадження;
- 3) ВВП;
- 4) курс валют;
- 5) облікова ставка;
- 6) податки на капітал та інвестиції.

Зокрема, М. Деве-ро стверджує, що в аналізованій період у досліджуваних країнах спостерігався позитивний зв'язок між

інвестиціями та заощадженнями. На його думку, у відкритій економіці рівень доходності на вкладений капітал (коефіцієнт окупності інвестицій) на внутрішньому ринку має відповідати загальносвітовому для залучення інвесторів. В іншому разі може спостерігатися вплив інвестицій та інвесторів із країни. Проте стримати цю тенденцію може політика уряду та національного фінансового регулятора щодо облікової ставки та ставок податків на капітал й інвестиції. Так, облікова ставка обернено пропорційна інвестиціям: при зростанні облікової ставки інвестиції скорочуються і навпаки. Водночас скорочення податків на інвестиції та капітал можуть стимулювати інвестиції в конкретній країні (Devereux, 1996, p. 90, 91, 97,100).

М. Деверо зазначає, що є моделі, де як фактор впливу на інвестиції у відкритій економіці виокремлено темпи економічного зростання національної економіки. Проте щодо зв'язку між інвестиціями та ВВП або інвестиціями та темпами економічного зростання, то інвестиції залежать від цих параметрів, але не перебувають у жорсткій відповідності до них.

Курс валют, на думку М. Деверо, виступає фактором ризику. Зміни курсів валют інвестори повинні враховувати при здійсненні своєї діяльності, оскільки від цього також залежить можливість щонайменше повернення ними вкладених коштів (Devereux, 1996, p. 94).

У зв'язку з цим до факторів, що впливають на інвестиції, можна додати інфляцію. Висока інфляція, або інфляція, темпи якої важко передбачити, є факторами ризику, що можуть стримати інвесторів від вкладення коштів в економіку країни.

На прийняття рішень про інвестиції може впливати продуктивність праці: чим вона вище, тим вище схильність до інвестування. Також продуктивність праці може бути тісно пов'язана з ще одним фактором, що впливає на інвестиції, – науково-технічним прогресом. Однак його, на відміну від продуктивності праці, досить важ-

ко кількісно виміряти, оцінити та ввести в економіко-математичні моделі. Скоріше, активність у сфері патентування, здійснення в країні наукових досліджень і розробок прикладного та фундаментального характеру, кількість та якість наукових публікацій із результатами досліджень може стати фактором, що схиляє інвесторів вкладати кошти в економіку. Проте він є досить суб'єктивним. У той час як підвищення продуктивності праці, що може спостерігатися як реакція на введення в експлуатацію нового устаткування та обладнання, – це вже кількісний показник, який безпосередньо можна ввести в моделі інвестицій.

Ще одним фактором, який пропонується враховувати в моделях інвестицій, є витрати на придбання, експлуатацію та обслуговування устаткування й обладнання. Опосередковано за допомогою цього показника також можна врахувати науково-технічний прогрес. Наприклад, перші електронні обчислювальні машини (ЕОМ) були низькопродуктивними, але при цьому їх вартість була дуже високою. Із часом їх витіснили персональні ЕОМ, продуктивність і можливості яких значно зросли та продовжують зростати, а вартість – знижується.

Коли йдеться про економіку загалом, а не окреме підприємство або навіть галузь, то основні фонди можуть бути представлені найрізноманітнішим обладнанням, ціни на яке відстежити та врахувати досить складно. Тому в даному випадку більш доцільно використовувати індекси цін на обладнання й устаткування виробничого призначення. Саме такий підхід вже неодноразово застосовувався дослідниками при моделюванні впливу науково-технічного прогресу на економічний розвиток. Зокрема, в роботі (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003) при оцінюванні впливу цифрових основних фондів на економічне зростання країн ОЕСР у модель було введено індекси цін на цифрові основні фонди для врахування того, що з часом і під впливом НТП вартість останніх зменшується.

Як зазначено вище, одним із можливих чинників впливу на інвестиції в країні є податки. Проте виходячи, наприклад, з робіт (Hall & Jorgenson, 1969; Zwick & Mahon, 2017) можна припустити, що принаймні зарубіжні науковці основними інструментами з арсеналу податкової політики, які можуть впливати на інвестиції, вважають податок на прибуток підприємств (зміна його ставки, бази, запровадження або усунення пільг, звільнень), податкову політику в частині особливостей формування амортизаційних відрахувань (який спосіб нарахування амортизації дозволяється) та оподаткування дивідендів.

Оскільки зазначені дослідження здійснювалися переважно для США, в податковій системі яких немає ПДВ, доцільно проаналізувати, яким чином цей податок впливає на інвестиції. Також з урахуванням світових тенденцій щодо «озеленення» економік, які знайшли відображення і в податкових системах країн, доцільно також включити до аналізу впливу на інвестиції екологічні податки і податки на споживання та використання природних ресурсів.

Отже, потенційно на інвестиції можуть впливати такі чинники:

- 1) ВВП на душу населення країни;
- 2) темпи економічного зростання;
- 3) національні заощадження;
- 4) курс валюти;
- 5) інфляція;
- 6) облікова ставка;
- 7) податки (у першу чергу на прибуток підприємств);
- 8) індекс цін на продукцію виробничого призначення;
- 9) рівень доходів на вкладений капітал (коефіцієнт окупності інвестицій);
- 10) заробітна плата;
- 11) продуктивність праці.

Однак інформація про те, які саме чинники (фактори) та якою мірою впливають на обсяг інвестицій у конкретній країні, потребує окремого дослідження.

Далі на основі статистичної інформації по Україні за 2009-2020 рр. за допомо-

гою кореляційно-регресійного аналізу буде здійснено спробу встановити, які саме фактори з вищенаведених можуть впливати на обсяг інвестицій у промисловість України.

Фактори впливу на обсяг інвестицій у промисловість України

Для визначення факторів, які впливають на інвестиції в Україні, виконано кореляційно-регресійний аналіз на основі статистичної інформації з відкритих джерел (Державна служба статистики України, Національний банк України, Державна казначейська служба України, The World Bank) за 2009-2020 рр. Усі дані, наведені у фактичних цінах, приведено до порівняльного вигляду (2010 р. – базовий). У разі необхідності¹ дані було скориговано з урахуванням проведення ООС, окупації м. Севастополя та АР Крим.

Оскільки Україна належить до малих відкритих економік (Юрчишин, 2021, с. 116), слід урахувати її залежність від світової кон'юнктури та коливань основних світових валют (Ярошевич, 2016). Зважаючи на це, вищенаведений перелік факторів впливу на інвестиції було дещо деталізовано. Так, до аналізу включено не лише темпи економічного зростання в Україні, але і світові, а також оцінено вплив на інвестиції в Україні курсу євро та долара США до гривні й індекс долара (USDХ), що являє собою агрегований показник, який відображає відношення 6 основних світових валют² до долара США. Також в аналіз включено валові та чисті заощадження.

Дані для кореляційно-регресійного аналізу та його результати наведено в табл. 1, а статистичну інформацію, використану для цих розрахунків, – у табл. 2.

¹ Наприклад, якщо статистична інформація для 2009-2020 рр. наведена Державною службою статистики України та в інших джерелах для всієї території України.

² До складу цих валют входять: євро, японська ієна, британський фунт стерлінгів, канадський долар, шведська крона, швейцарський франк.

У табл. 1 чорним кольором заповнено клітинки, де мають бути розміщені розрахунки кореляції показників із самими собою (тобто коефіцієнт кореляції в них дорівнюватиме 1), сірим – клітинки, у яких результати розрахунків є ідентичними наведеним у верхній частині таблиці.

Показники кореляції валових збережень і продуктивності праці з інвестиціями є найнижчими (за модулем) серед усіх досліджених (-0,221 та 0,078 відповідно) та ближчими до 0, тому вони виключаються з подальшого аналізу. У решти показників спостерігається суттєва мультиколінеарність.

Так, показник «інфляція» тісніше пов'язаний із показником «облікова ставка», ніж із показником «інвестиції» (0,835 та -0,407 відповідно), що є ознакою мультиколінеарності. З урахуванням цього, а також того, що коефіцієнт кореляції між показниками «облікова ставка» та «інвестиції» більше (за модулем), ніж між показниками «інфляція» та «інвестиції», показник «інфляція» також виключається з подальшого розгляду.

Між показниками «USD/UAH», «EUR/UAH» та USDX спостерігається тісніший зв'язок (майже 1), ніж між кожним із зазначених показників та «інвестиціями» (мультиколінеарність). Серед зазначених показників найбільшу кореляцію має «інвестиції» з показником USDX, тому він аналізуватиметься далі, а решта два – виключаються з розгляду.

У показників «темпи економічного зростання України» та «світові темпи економічного зростання» відсутня суттєва кореляція з іншими показниками, що можуть впливати на інвестиції. Однак у показника «темпи економічного зростання України» більша кореляція з показником «інвестиції», ніж у показника «світові темпи економічного зростання» (0,6 та 0,45 відповідно), тому далі доцільніше аналізувати саме перший із них.

У показника «податкове навантаження» кореляція з показником «інвестиції» є

незначною (-0,25), але більш значною є його кореляція з «ВВП на душу населення» (-0,476), «облікова ставка» (-0,547) та USDX (0,719).

Серед показників табл. 1, які залишилися розглянути, лише показник «ВВП на душу населення» має найбільшу кореляцію з показником «інвестиції» (0,801).

Практично всі досліджувані показники значною мірою корелюються між собою. Із позиції статистики це може вплинути на достовірність моделі впливу факторів на результуючий показник (у даному випадку – обсяг інвестицій).

Як зазначено в публікації (Doll, 1974) стосовно виробничої функції Кобба-Дугласа, мультиколінеарність в економічних моделях не є чимось новим. Більше того, присутність мультиколінеарності серед змінних, які мають бути незалежними, є своєрідною перевіркою таких моделей.

Якщо надалі виходити саме з даного положення, а також з урахуванням того, що модель інвестицій планується інтегрувати в системно-динамічну модель оцінки впливу цифровізації на сталий розвиток (Гаркушенко, 2021), це накладає специфічні умови на ті фактори, які можуть бути використані в моделі інвестицій.

Так, окрім того, що має бути деяка кореляція між цими факторами та інвестиціями, напрямок (знак) коефіцієнта кореляції має відповідати економічній логіці – вони мають бути такими, на які урядові структури можуть безпосередньо впливати (тобто фактори-регулятори). Тому, попри високу кореляцію з інвестиціями в Україні, до моделі як фактори не можна включати показник «ВВП на душу населення», також далі не розглядаються показники чистих та валових заощаджень, «індекс промислової продукції», «інфляція».

Кореляція між курсом долара США та євро з інвестиціями є меншою за кореляцію показника USDX із ними, тому саме останній розглядатиметься далі.

Таблиця 1 – Матриця кореляцій між інвестиціями та факторами впливу на них

	I	GDP_PP	RR	USDX	TB	E_G_U	E_G_W	G_S	N_S	ІП	w	p_w	USD/UAH	EUR/UAH	Inf
I		0,801	-0,426	-0,418	-0,250	0,600	0,450	-0,221	-0,388	0,449	0,542	0,078	-0,371	-0,368	-0,407
GDP_PP			-0,772	-0,675	-0,476	0,316	-0,029	-0,355	-0,438	0,272	0,658	-0,215	-0,578	-0,558	-0,761
RR				0,719	0,547	-0,186	0,230	0,313	0,332	-0,193	-0,425	0,348	0,606	0,583	0,835
USDX					0,834	0,051	-0,107	-0,015	0,035	0,009	0,054	0,679	0,962	0,944	0,473
TB						0,108	-0,190	-0,180	-0,094	0,147	0,167	0,737	0,890	0,885	0,435
E_G_U							0,538	0,256	0,187	0,925	0,350	0,628	0,166	0,166	-0,226
E_G_W								0,473	0,345	0,377	-0,321	0,212	-0,145	-0,156	0,337
G_S									0,949	0,401	-0,666	0,057	-0,052	-0,076	0,273
N_S										0,356	-0,654	0,108	0,032	0,017	0,345
ІП											0,231	0,612	0,165	0,169	-0,282
w												0,307	0,157	0,175	-0,572
p_w													0,814	0,827	0,145
USD/UAH														0,997	0,353
EUR/UAH															0,327
Inf															

Джерело: розраховано автором.

Умовні позначення: I – інвестиції у промисловість, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); GDP_PP – ВВП на душу населення, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); RR – облікова ставка, % (розраховується як середньозважена за рік); USDX – індекс долара США; TB – податкове навантаження в Україні (частка податкових надходжень у ВВП країни, %); E_G_U – темпи економічного зростання України, %; E_G_W – світові темпи економічного зростання, %; G_S – валові заощадження, ис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); N_S – чисті заощадження, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); ІП – індекс промислової продукції, % до попереднього року; w – середньомісячна заробітна плата штатних працівників у промисловості, грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); p_w – продуктивність праці, грн/особу за рік (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий), USD/UAH – курс долара США до гривні; EUR/UAH – курс євро до гривні; Inf – інфляція, % до попереднього року.

Таблиця 2 – Вихідні дані для кореляційно-регресійного аналізу

Рік	I	GDP_PP	RR	US DX	TB	E_G_U	E_G_W	G_S	N_S	IIP	w	p_w	USD/UAH	EUR/UAH	Inf
2009	37 888 799,60	24,74	11,18	80,57	15,79	-14,76	-1,30	172 686 948,00	50 688 796,00	87,80	2 480,08	325 639,64	7,79	10,87	100,0
2010	55 384 400,00	24,73	9,00	81,36	15,00	3,83	4,50	197 649 000,00	82 311 000,00	100,00	2 578,00	368 574,83	7,94	10,53	109,4
2011	68 936 777,58	26,20	7,75	76,14	17,84	5,47	3,30	182 492 119,09	72 326 619,96	108,00	2 731,17	397 218,71	7,97	11,09	108,0
2012	74 267 367,19	26,30	7,56	80,34	17,63	0,24	2,70	161 038 950,51	9 992 216,38	99,30	2 835,34	374 921,92	7,99	10,27	100,6
2013	75 850 838,54	26,35	7,02	81,43	16,90	-0,03	2,80	118 633 904,59	-37 541 361,34	95,70	2 933,78	355 634,57	7,99	10,61	99,70
2014	57 844 386,02	24,69	10,19	83,04	17,29	-6,55	3,10	123 135 795,75	-8 386 034,16	89,90	2 674,84	380 690,81	11,89	15,72	112,1
2015	42 327 420,15	22,37	26,21	96,74	20,45	-9,77	3,20	170 441 553,76	51 201 807,84	87,70	2 312,52	377 781,27	21,84	24,23	148,7
2016	48 557 626,34	23,00	17,94	97,24	19,63	2,24	2,80	199 356 466,94	70 070 533,22	104,00	2 433,79	417 725,46	25,55	28,29	113,9
2017	48 396 480,71	23,66	13,21	95,91	20,05	2,47	3,40	179 164 919,88	57 530 007,75	101,10	2 577,11	431 834,89	26,60	30,00	114,4
2018	58 501 349,77	24,58	17,10	93,80	20,14	3,41	3,30	158 563 779,72	32 354 030,19	103,00	2 819,28	451 916,53	27,20	32,14	110,9
2019	68 818 490,55	25,55	17,02	97,43	19,20	3,22	2,60	150 513 595,06	17 348 095,90	99,50	3 191,44	431 180,23	25,85	28,95	107,9
2020	44 514 441,85	24,68	8,00	95,39	21,00	-4,02	-3,40	107 888 297,48	-13 453 397,97	95,50	3 146,06	406 830,08	26,96	30,79	102,7

Джерело: складено за (Державна служба статистики України, 2022. URL: ukrstat.gov.ua).

Умовні позначення: I – інвестиції у промисловість, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); GDP_PP – ВВП на душу населення, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); RR – облікова ставка, % (розраховується як середньозважена за рік); USDX – індекс долара США; TB – податкове навантаження в Україні (частка податкових надходжень у ВВП країни, % (за даними The World bank); E_G_U – темпи економічного зростання України, %; E_G_W – світові темпи економічного зростання, %; G_S – валові заощадження, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); N_S – чисті заощадження, тис. грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); IIP – індекс промислової продукції, % до попереднього року; w – середньомісячна заробітна плата штатних працівників у промисловості, грн (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий); p_w – продуктивність праці, грн/особу за рік (порівнянні ціни, 2010 р. – базовий), USD/UAH – курс долара США до гривні; EUR/UAH – курс євро до гривні; Inf – інфляція, % до попереднього року.

Показник «середньомісячна заробітна плата штатних працівників у промисловості» має досить високу кореляцію з показником інвестицій (0,542). Але його врахування в моделі інвестицій потребує також і використання кількості зайнятих у промисловості. У системно-динамічній моделі оцінки впливу цифровізації на сталий розвиток цей показник уже використовується, тому поки що для спрощення розрахунків і запобігання надмірній кількості циклічних зв'язків у системно-динамічній моделі в моделі інвестицій показник «середньомісячна заробітна плата штатних працівників у промисловості» не використовуватиметься. Із подальшим удосконаленням системно-динамічної моделі та моделі інвестицій це рішення можна буде переглянути (а також, наприклад, шляхом аналізу та включення до моделей окрім офіційної заробітної плати заробітної плати «у конвертах», що є досі актуальним для України, зважаючи на високий рівень тінізації економіки (Medina, Schneider, 2018, р. 54)).

Тобто до моделі інвестицій як фактори впливу можна включити показники «облікова ставка», «податкове навантаження» та USDX. Незважаючи на те що їх кореляція з показником «інвестиції» відповідає економічній логіці (-0,426; -0,250; -0,418), показник «податкове навантаження» має дуже низьке значення коефіцієнта кореляції з розглянутих і тому його також доцільно виключити з подальшого розгляду.

Серед решти показник «облікова ставка» може вважатися внутрішнім регулятором інвестицій, а USDX – зовнішнім. Слід зауважити, що показник USDX має майже вдвічі більшу (за модулем) кореляцію з показником «облікова ставка», ніж із показником «інвестиції» (0,719 та -0,418 відповідно).

Наступним кроком дослідження є безпосередньо моделювання впливу факторів на інвестиції в Україні. Слід підкреслити, що ця модель виступатиме частиною системно-динамічної моделі оцінки впливу цифровізації на сталий розвиток, яка в загальному вигляді представлена в роботі

(Гаркушенко, 2021). У цій моделі загальний обсяг інвестицій у промисловості визначається як

$$I(t) = \rho Y(t), \quad (1)$$

де I – валові інвестиції у промисловість;

ρ – частка доходу від доданої вартості, утвореної в промисловості, що припадає на валові інвестиції;

Y – додана вартість, що утворюється в промисловості, $Y > 0$;

t – змінна часу (рік).

Відповідно, далі моделюватиметься не безпосередньо обсяг інвестицій в Україні, а частка утвореної в промисловості доданої вартості, що припадає на інвестиції (ρ).

Пропонується для моделі використовувати ступеневу функцію. Пошук коефіцієнтів здійснено з використанням методу найменших квадратів засобами MS Excel. У результаті одержано таку залежність:

$$\rho(t) = 0,02526 \times RR(t)^{-0,19039} \times USDX(t)^{0,59245}, \quad (2)$$

де t – змінна часу (рік), $t = \overline{2009, 2020}$;

$GDP_PP(t)$ – ВВП на душу населення в році t ;

$RR(t)$ – облікова ставка в році t ;

$USDX(t)$ – індекс долара США в році t .

Дані, наведені в табл. 1, свідчать, що USDX має сильний позитивний зв'язок із показниками «курс долара США до гривні» та «курс євро до гривні». Тому можна стверджувати, що зростання USDX вказує на зростання курсу євро та долара у відношенні до гривні та навпаки.

Згідно з формулою (2) зростання курсу валют (та, відповідно, девальвація гривні) позитивно позначатиметься на інвестиціях.

Відповідно до результатів дослідження (Gradojevic, Djakovic, Andjelic, 2010) девальвація національної грошової економіки негативно впливає на економічний розвиток країн із низьким і середнім рівнями розвитку. Це положення підтверджено в публікації (Охтень, Дасів, 2021) для випадку України: країна вже понад двадцять років є постачальником сировини, сільгосппродукції та виробів із низьким ступенем обробки, а імпортує багато

товарів із високою доданою вартістю. Надходжень від експорту може не вистачити на покриття витрат на імпорт, що навіть посиляться в разі зростання курсу світових валют. А негативні тенденції в самій країні (політична нестабільність, наслідки фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр., збройних конфліктів, пандемії COVID-19) підривають діяльність навіть тих підприємств-товаровиробників, які ще працюють, ослаблюють національну грошову одиницю та зводять нанівець бажання потенційних інвесторів вкладати кошти в українську промисловість.

Отже, з економічної точки зору формула (2) є некоректною і не буде надалі використовуватися.

Із можливих розглянутих регуляторів для моделювання частки утвореної в промисловості доданої вартості, що припадає на інвестиції (ρ), залишається показник «облікова ставка». У підсумку модель матиме такий вигляд:

$$\rho(t) = 0,28085 \times RR(t)^{-0,091198}. \quad (3)$$

На основі порівняння фактичних даних за 2009-2020 рр. із розрахунковими встановлено, що ця модель є досить точною – середня похибка апроксимації становить 14,58%. А якщо виключити з аналізу 2009 р., який є вкрай нетиповим через наслідки фінансово-економічної кризи,¹ то похибка апроксимації становить 10,49%. Для моделювання настільки непередбачуваного показника, як інновації, це є непоганим результатом.

Для підтвердження адекватності моделі здійснено ще низку перевірок. Так, розрахункове значення критерія Фішера (F розрахункове) є меншим за табличне ($0,4277 < 3,285$), тобто критерій Фішера не виконується. Це може пояснюватися як тим, що розподілення даних є ненормальним, так і дуже малою кількістю спостережень, на основі яких формувалася вибірка

¹ 2014-2015 рр. у цьому аналізі не настільки «випадають» із даних, як 2009 р., тому що інформацію за попередні й наступні роки було скориговано Державною службою статистики з урахуванням тимчасово окупованих територій і зони проведення ООС.

та створювалося рівняння (дані лише за 12 років, що для побудови статистичних моделей є вкрай малою кількістю).

У даному випадку краще використувати критерій Спірмена. Якщо брати до уваги всі 12 років, то показник тісноти зв'язку між фактичними значеннями ρ та розрахунковими свідчить про помірну тісноту зв'язку за шкалою Чеддока ($0,3 < rs < 0,5$, $rs = 0,3916$, де rs – лінійний коефіцієнт кореляції). Критичне значення показника rs (табличне значення) при рівні довіри 0,1 становить 0,406 ($0,406 > rs$). Тобто за таких умов гіпотеза про достовірність та адекватність рівняння (3) не виконується.

Втім, якщо не брати до уваги аномальний 2009 р., то для випадку 11 спостережень та рівня довіри 0,1 $rs = 0,4545$, що більше за табличне значення (0,427). Тобто в цьому випадку за критерієм рангової кореляції Спірмена гіпотеза про достовірність та адекватність рівняння (3) реальності виконується.

Моделювання часток цифрового капіталу у структурі капіталів виробничого та природоохоронного призначення

У роботі (Гаркушенко, 2021) для визначення впливу цифровізації на сталий розвиток використано такі показники: частка цифрового капіталу у структурі капіталу виробничого призначення ($c(t)$, $0 \leq c < 1$) та частка цифрового капіталу у структурі капіталу природоохоронного призначення ($d(t)$, $0 \leq d < 1$). Моделювання цих показників потребує вдосконалення з огляду на необхідність урахування факторів, що можуть на них впливати. Для цього здійснено дослідження та розрахунки, аналогічні моделюванню показника «частка доходу від доданої вартості, утвореної в промисловості, що припадає на валові інвестиції» (ρ), а саме: визначено перелік факторів, які можуть впливати на ці показники, обрано фактори-регулятори, виконано перевірку на кореляцію з результативними показниками та перевірку на мультиколінеарність.

Встановлено, що показник «частка цифрового капіталу у структурі капіталу виробничого призначення» ($c(t)$) майже не корелюється з фактором «облікова ставка»,

а з решти факторів у нього найбільша кореляція з показниками USDX та «податкове навантаження», хоча навіть вони є не надто високими з позицій статистики (-0,48 та -0,34 відповідно).

Показник «частка цифрового капіталу у структурі капіталу природоохоронного призначення» ($d(t)$) має дуже незначну залежність від фактора «податкове навантаження». Кореляція між досліджуваним показником і фактором «облікова ставка» не відповідає економічній логіці й також є низькою (0,1), а кореляція з показником USDX є дещо вищою за кореляцію з показником «податкове навантаження», проте результати моделювання у випадку його використання є непереконливими з позицій статистики.

У підсумку одержано такі моделі:

$$c(t) = 232,6688 \times USDX(t)^{-1,2876} \times TB(t)^{-0,779}; \quad (4)$$

$$d(t) = 10,74411 \times TB(t)^{-1,70365}. \quad (5)$$

Перевірка цих моделей на адекватність свідчить, що вони є дуже грубими. Для моделі (4) середня помилка апроксимації становить 40,95%, для моделі (5) – 43,61%.

Як зазначено в публікації (Гаркушенко, 2021), така ситуація пояснюється недосконалою методикою збору та надання низки статистичних показників, що стосуються цифрових техніки і технологій в Україні та світі загалом, відсутністю частини даних за аналізований період (2009-2020 рр.)¹.

Також моделювання ускладнює сама природа інвестиційного процесу в Україні – з року в рік інвестиції значно змінюються. Можливо, це також відбувається під впливом факторів, які не розглянуто в рамках даного дослідження, а саме: суб'єктивні міркування інвесторів, очікування змін у політичному курсі державі,

що може позначитися на інвесторах, недостатня увага керівництва промислових підприємств до питань збереження довкілля та запобігання його забрудненню тощо.

У подальшому при вдосконаленні методики збору та подання Державною службою статистики України статистичної інформації щодо цифрових технологій та інвестицій у них, а також включенні до моделі факторів, які можуть впливати на інвестиції в Україні, але поки ще не були враховані, точність моделей (4) та (5) можливо буде підвищити.

Висновки

1. У світовій науці наразі існує достатня кількість робіт, у яких досліджуються фактори, що можуть впливати на обсяги інвестицій, а саме: ВВП на душу населення країни; темпи економічного зростання; національні заощадження; курс валют; інфляція; облікова ставка; рівень податкового навантаження (у першу чергу податку на прибуток підприємств); індекс цін на продукцію виробничого призначення; рівень доходів на вкладений капітал (коефіцієнт окупності інвестицій); заробітна плата; продуктивність праці.

2. Незважаючи на перерахування багатьох факторів впливу, зарубіжні дослідники визнають, що обсяг інвестицій з очевидних причин залишається досить важко прогнозованим показником. Зокрема, його моделювання, прогнозування потребує врахування специфічних умов конкретної країни.

3. Для визначення факторів впливу на обсяг інвестицій в Україні у 2009-2020 рр. виконано кореляційно-регресійний аналіз, за результатами якого з переліку визначених зарубіжними дослідниками можливих факторів впливу обрано ті, що можуть впливати на обсяги інвестицій в Україні. Серед цих факторів обрано ті, що є економічними регуляторами (тобто уряд своїми рішеннями може їх змінювати і таким чином впливати на інвестиції), а також зовнішні фактори. Як наслідок, для моделювання обрано фактори «облікова ставка», USDX та «податкове навантаження».

4. Результати економіко-математичного моделювання з використанням методу

¹ Через збройний конфлікт немає статистичних даних щодо тимчасово окупованої території країни (АР Крим, м. Севастополь, частини Донецької та Луганської областей). Унаслідок цього необхідно було самостійно здійснити досить грубе їх коригування для приведення у порівняльний вигляд, що також позначається на точності результатів моделювання.

найменших квадратів дозволили розробити модель впливу фактора облікової ставки на інвестиції в Україні. Ця модель досить точно відображає реальність. Решту факторів виключено з розгляду, оскільки моделі з їх використанням або не відповідали економічній логіці, або були неточними.

5. Намагання створити моделі обсягів інвестицій у цифровий капітал природоохоронного та виробничого призначення показали, що модель інвестицій у цифровий капітал виробничого призначення певним чином залежить від факторів USDX та «податкове навантаження», а модель інвестицій у цифровий капітал природоохоронного призначення – від фактора «податкове навантаження». Проте середня похибка апроксимації таких моделей перевищує 40%, що свідчить про їх некоректність. Це значною мірою обумовлено дуже грубими (приблизними) статистичними даними, що використовуються для побудови таких моделей.

6. Для підвищення надійності моделей інвестицій у цифровий капітал виробничого та природоохоронного характеру Державній службі статистики України доцільно розробити методичку формування звітності про наявність у підприємств цифрового капіталу виробничого та природоохоронного призначення (за структурою такого капіталу), інвестицій у нього (за структурою таких інвестицій) та здійснювати збір такої інформації щонайменше на щорічній основі.

У контексті подальших досліджень наступним кроком має стати вдосконалення та вбудовування розроблених моделей інвестицій у системно-динамічну модель оцінки впливу цифровізації на сталий розвиток і налаштування останньої. У перспективі цю модель можна буде використовувати як зручний інструмент визначення можливих реакцій економічної системи на зміну основних регуляторів, що є особливо важливим при відновленні економіки країни.

Література

Гаркушенко О. М. (2021). Системно-динамічна модель оцінки впливу цифровіза-

ції на сталий розвиток. *Економіка промисловості*. № 1 (93). С. 20-45. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.01.020>

Охтеня О. О., Дасів А. Ф. Економіко-математичне моделювання довгострокового розвитку національної промисловості в умовах цифровізації з використанням виробничої функції. *Економіка промисловості*. 2021. № 4 (96). С. 5-20. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.005>

Щуревич О., Стахів І. (2020). Підвищення довіри до банківської системи України. *Світ фінансів*. № 2 (63). С. 24-35. DOI: <http://doi.org/10.35774/sf2020.02.024>

Юрчишин В. (наук. ред.). (2021). *Чинники, складові і результати запровадження і реалізації антикризової політики в окремих країнах світу та Україні. Прогноз соціально-економічного розвитку України у 2021 р.* Київ: Заповіт. 200 с.

Ярошевич В. И. (2016). Малая открытая экономика в процессе глобализации. *Беларусский экономический журнал*. № 4. С. 37-49.

Devereux M. P. (1996, Summer). Investment, saving, and taxation in an open economy. *Oxford Review of Economic Policy*. № 12 (2). P. 90-108.

Doll J. P. (1974). On Exact Multicollinearity and the Estimation of the Cobb-Douglas Production Function. *American Journal of Agricultural Economics*. № 56 (3). P. 556-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1238608>

Feldstein M. (1983). Domestic Saving and International Capital Movements in the Long Run. *European Economic Review*. № 21. P. 129-151

Feldstein M., Horioka C. (1980). Domestic Saving and International Capital Flows. *Economic Journal*. № 90. P. 314-329. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2231790>

Gradojevic N, Djakovic, V., Andjelic. G. (2010). Random Walk Theory and Exchange Rate Dynamics in Transition Economies. *Panoeconomicus*. № 3. P. 303-320.

Hall R. E., Jorgenson D. W. (1969). Tax policy and investment behavior: Reply and further results. *The American Economic Review*. № 59(3). P. 388-401.

- Hicks J. R. (1937, April). Mr. Keynes and the "classics"; a suggested interpretation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. №2 (5). P. 147-159.
- Jorgenson D. W. (1963). Capital theory and investment behavior. *The American Economic Review*. № 53 (2). P. 247-259.
- Jorgenson D. W., Ho M. S., Stiroh K. J. (2003). Lessons from the U.S. Resurgence. *Journal of Policy Modeling*. № 5 (25). P. 453-470.
- Keynes J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London, UK: Palgrave Macmillan. 472 p. URL: https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366_KeynesTheoryofEmployment.pdf
- Kurkina E. S. (2017). Mathematical Models of Investment Cycles. *Computational Mathematics and Modeling*. № 28 (3). P. 377-399. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10598-017-9371-4>
- McDonald R., Siegel D. (1986, November). The Value of Waiting to Invest. *The Quarterly Journal of Economics*. № 101. P. 707-728. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1884175>
- Medina L., Schneider M. F. (2018). Shadow economies around the world: what did we learn over the last 20 years? *IMF Working Paper WP/18/17*. 76 p.
- Patil S., Bagodi V. (2021). A study of factors affecting investment decisions in India: The KANO way. *Asia Pacific Management Review*. № 26 (4). P. 197-214. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2021.02.004>
- Savchenko T., Kovács L. (2017). Trust in the banking sector: EU experience and evidence from Ukraine. *Financial Markets, Institutions and Risks*. № 1 (1). P. 29-42. DOI: [http://dx.doi.org/10.21272/fmir.1\(1\).29-42.2017](http://dx.doi.org/10.21272/fmir.1(1).29-42.2017)
- Zwick E., Mahon J. (2017). Tax policy and heterogeneous investment behavior. *American Economic Review*. № 107 (1). P. 217-248. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20140855>
- <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.01.020> [in Ukrainian].
- Okhten, O. O., & Dasiv, A. F. (2021). Economic and mathematical modeling of long-term development of national industry in the conditions of digitalization with the use of a production function. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 5-20. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.005> [in Ukrainian].
- Shchurevych, O. & Stakhiv, I. (2020). Increasing confidence in the banking system of Ukraine. *Svit Finansiv*, 2(63), pp. 24-35. DOI: <http://doi.org/10.35774/sf2020.02.024> [in Ukrainian].
- Yurchishin, V. (ed.). (2021). *Factors, components and results of implementation and realisation of anti-crisis policy in individual countries of the world and Ukraine. Forecast of socio-economic development of Ukraine in 2021*. Kyiv: Zapovit. 200 p. [in Ukrainian].
- Yaroshevich, V. I. (2016). Small open economy in the process of globalization. *Belarusian Economic Journal*, 4, pp. 37-49 [in Russian].
- Devereux, M. P. (1996, Summer). Investment, saving, and taxation in an open economy. *Oxford Review of Economic Policy*, 12 (2), pp. 90-108.
- Doll, J. P. (1974). On Exact Multicollinearity and the Estimation of the Cobb-Douglas Production Function. *American Journal of Agricultural Economics*, 56(3), pp. 556-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1238608>
- Feldstein, M. (1983). Domestic Saving and International Capital Movements in the Long Run. *European Economic Review*, 21, pp. 129-151.
- Feldstein, M., & Horioka, C. (1980). Domestic Saving and International Capital Flows. *Economic Journal*, 90. pp. 314-329. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2231790>
- Gradojevic, N, Djakovic, V., & Andjelic, G. (2010). Random Walk Theory and Exchange Rate Dynamics in Transition Economies. *Panoeconomicus*, 3, pp. 303-320.
- Hall, R. E., & Jorgenson, D. W. (1969). Tax policy and investment behavior: Reply and further results. *The American Economic Review*, 59(3), pp. 388-401.

References

- Garkushenko, O. M. (2021). System-dynamic model for assessing the digitalization impact on sustainable development. *Econ. promisl.*, 1 (93), pp. 20-45. DOI:

- Hicks, J. R. (1937, April). Mr. Keynes and the "classics"; a suggested interpretation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 2(5), pp. 147-159.
- Jorgenson, D. W. (1963). Capital theory and investment behavior. *The American Economic Review*, 53(2), pp. 247-259.
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S., & Stiroh, K. J. (2003). Lessons from the U.S. Resurgence. *Journal of Policy Modeling*, 5(25), pp. 453-470.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London, UK: Palgrave Macmillan. 472 p. Retrieved from https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366_KeynesTheoryofEmployment.pdf
- Kurkina, E. S. (2017). Mathematical Models of Investment Cycles. *Computational Mathematics and Modeling*, 28 (3), pp. 377-399. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10598-017-9371-4>
- McDonald, R. & Siegel, D. (1986, November). The Value of Waiting to Invest. *The Quarterly Journal of Economics*, 101, pp. 707-728. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1884175>
- Medina, L. & Schneider, M. F. (2018). Shadow economies around the world: what did we learn over the last 20 years? *IMF Working Paper* WP/18/17. 76 p.
- Patil, S., & Bagodi, V. (2021). A study of factors affecting investment decisions in India: The KANO way. *Asia Pacific Management Review*. № 26 (4). pp. 197-214. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2021.02.004>
- Savchenko, T., & Kovács, L. (2017). Trust in the banking sector: EU experience and evidence from Ukraine. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 1(1), pp. 29-42. DOI: [http://dx.doi.org/10.21272/fmir.1\(1\).29-42.2017](http://dx.doi.org/10.21272/fmir.1(1).29-42.2017)
- Zwick, E., & Mahon, J. (2017). Tax policy and heterogeneous investment behavior. *American Economic Review*, 107(1), pp. 217-248. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20140855>

Оксана Николаевна Гаркушенко,

канд. экон. наук, старший научный сотрудник
Институт экономики промышленности НАН Украины
ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина
E-mail: garkushenko.o.n@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9153-3763>

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ИНВЕСТИЦИЙ В УКРАИНЕ

Инвестиции, прежде всего в производство, являются залогом того, что предприятия смогут своевременно обновить производственные мощности и сохранить или даже усилить свои позиции на рынках товаров и услуг. Вопрос определения факторов, влияющих на объемы и динамику инвестиций, является достаточно проблематичным, что затрудняет создание соответствующих экономико-математических моделей.

Зарубежные и отечественные ученые давно занимаются определением таких факторов, к которым относят: ВВП на душу населения страны; темпы экономического роста; национальные сбережения; курс валюты; инфляцию; учетную ставку; уровень налоговой нагрузки (в первую очередь налога на прибыль предприятий); индекс цен на продукцию производственного назначения; уровень доходов на вложенный капитал (коэффициент окупаемости инвестиций); заработную плату; производительность труда. Но в каждой стране сила воздействия различных факторов может различаться. Также усложняет процесс моделирования инвестиций то, что некоторые факторы (например, ВВП на душу населения) сами по себе являются сложными и зависят от других.

Целью статьи является определение факторов влияния на объем инвестиций в Украине и разработка соответствующих экономико-математических моделей, которые в даль-

нейшем предполагается использовать для построения комплексной системно-динамической модели влияния цифровизации на обеспечение устойчивого развития Украины. Такая комплексная модель может удобным инструментом определения стать не только последствий для промышленности изменения объемов инвестиций под влиянием действия различных факторов, но и уровня заболеваемости трудящихся и загрязнения окружающей среды.

Установлено, что на объем инвестиций в промышленность Украины больше всего влияет учетная ставка НБУ. Предложена соответствующая модель инвестиций и обоснована ее адекватность.

На инвестиции в цифровой капитал производственного назначения определенное влияние оказывают также факторы индекса доллара США и налоговой нагрузки, а на инвестиции в цифровой капитал природоохранного назначения – фактор налоговой нагрузки. Однако из-за очень приблизительных статистических данных, согласно которым выполнены расчеты, соответствующие модели являются ненадежными.

Обоснованы рекомендации по разработке методики сбора и представления статистической информации, касающейся инвестиций в цифровые технику и технологии предприятиями страны и цифрового капитала природоохранного и производственного назначения (по структуре). Это позволит в дальнейшем проводить более точные расчеты и создавать более надежные экономико-математические модели, которые могут стать удобным инструментом для определения направлений развития экономики страны.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, инвестиции, цифровизация, капитал.

JEL: C630, E220, O140

Oksana M. Garkushenko,

PhD in Economics, Leading Researcher

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: garkushenko.o.n@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9153-3763>

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELLING OF INVESTMENTS IN UKRAINE

Investments, primarily in manufacturing, are a guarantee that enterprises will be able to update their production assets in a timely manner and maintain or even strengthen their position in markets of goods and services. However, the issue of defining factors that affect the volume and dynamics of investments is quite problematic, which makes it difficult to create appropriate economic and mathematical models.

Foreign and Ukrainian scientists have long been engaged in determining such factors. Usually, they include: GDP per capita of the country; the rate of economic growth; national savings; currency exchange rate; inflation; discount rate; the level of tax burden (primarily – corporate income tax); the price index for industrial products; the level of income on invested capital (return on investment coefficient); wages; labor productivity, etc. But in each country, the strength of influence of different factors may vary. The process of modeling investments is also complicated by the fact that some factors (for example, GDP per capita) are complex in themselves and depend on other factors.

Therefore, the objective of this paper is to define the factors influencing investment in Ukraine and to develop appropriate economic and mathematical models, which are supposed to be used in the future to build a comprehensive system-dynamic model of the impact of digitalization

on ensuring sustainable development of Ukraine. Such a comprehensive model can become not only a convenient tool for determining the consequences for industry of changes in investment volumes under the influence of various factors, but also the level of Labor morbidity and environmental pollution.

According to results of the study, it was found that the volume of investment in the Ukrainian industry is most affected by the NBU discount rate. The paper suggests an appropriate investment model and justifies its adequacy.

Investments in industrial digital capital are influenced by the factors of the US dollar index and tax burden, and investments in environmental digital capital are affected by factor of tax burden.

However, due to the very approximate statistics on which the calculations were performed, the corresponding models are not reliable.

Taking into account the results of the study, recommendations for the development of a methodology for collecting and presenting statistical information related to investments in digital equipment and technologies by enterprises of the country and digital capital for environmental and industrial purposes (by structure) are made. Their implementation will make it possible to make more accurate calculations in the future and create more reliable economic and mathematical models that can become a convenient tool for defining the directions of development of the country's economy.

Keywords: economic and mathematical model, investment, digitalization, capital.

JEL: C630, E220, O140

Формат цитування:

Гаркушенко О. М. (2022). Економіко-математичне моделювання обсягу інвестицій в Україні. *Економіка промисловості*. № 3 (99). С. 41-56. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.03.041>

Garkushenko, O. M. (2022). Economic and mathematical modelling of investments in Ukraine. *Econ. promisl.*, 3 (99), pp. 41-56. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.03.041>

Надійшла до редакції 22.07.2022 р.