

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка
Природничо-математичний факультет
Кафедра математики та економіки

Кваліфікаційна робота

Освітній ступень – магістр

на тему: **«Застосування основ вищої математики у мікро та
макроекономіці»**

Виконала студентка 2-го року навчання,
Напрямку підготовки
111 Математика

Бретош Ганна Вікторівна

Керівник: Балюнов О. О.

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою «_____»
«___» _____ 2021 р.

Чернігів – 2021

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. Загально-теоретична характеристика особливостей застосування основ вищої математики у мікро та макроекономіці	
1.1. Огляд сучасного стану проблеми.....	7
1.2. Роль та значення вищої математики у мікро та макроекономіці.....	13
1.3. Аналіз економіко-математичних методів для моделювання і прогнозування показників виконання мікро та макроекономічних показників...	22
Розділ 2. Аналіз методики використання основ вищої математики у мікро та макроекономіці	
2.1. Особливості використання обернених функцій для побудови кривої Філіпса при вирішенні економіко-математичних задач	26
2.2. Методика застосування теореми обернених функцій для побудови кривої Беверіджа.....	38
Розділ 3. Практичне дослідження особливостей використання вищої математики у мікро та макроекономіці	
3.1. Практичне застосування Кривої Філіпса для розрахунку та прогнозування макроекономічної стабільності держави.....	45
3.2. Особливості вирішення питання за допомогою використання інформаційних технологій.....	47
Висновки.....	59
Список використаних джерел та літератури.....	64
Додаток1	71

ВСТУП

Актуальність дослідження. Важливу частину підготовки сучасних економістів і фінансистів становлять математичні дисципліни. Володіння математичним інструментарієм дозволяє виконувати різні розрахунки, будувати й використовувати моделі економічних процесів. Конкуренція на ринку праці ставить перед випускниками серйозні завдання: необхідно не тільки мати глибокі знання по своїй спеціальності, але й застосовувати їх у вирішенні професійних проблем, мати системне й аналітичне мислення, вміти прогнозувати наслідки тих або інших рішень.

Слід зазначити, що обсяг математичних дисциплін у навчальних планах підготовки економістів досить високий. Однак не завжди студенти можуть упевнено застосовувати математичні знання при розв'язку економічних завдань. Ці складності мають у значній мірі об'єктивний характер: вивчити математичний апарат простіше, чим зуміти застосувати його для аналізу реального економічного явища. Навички застосування отриманих знань у професійній діяльності зв'язані з наступними аспектами: посиленням прикладної спрямованості змісту математичних дисциплін; розвитком міждисциплінарних зв'язків; розширенням використання системно-деятельностных освітніх технологій.

Проблема математизації економіки та, зокрема, використання математики у економічних дисциплін є однією з найбільш важливих точок складності для вітчизняних економістів. Суперечки по цім питанням регулярно виникають не тільки в аудиторіях і на кафедрах, але й на сторінках журналів. Однак у той час як існує велика кількість публікацій, що полемізують на тему позитивних і негативних сторін математизації економіки й економічної освіти, нам не вдалося

виявити жодного україномовного кількісного дослідження, присвяченого тому, як фактично йдуть справи із застосуванням математики у викладанні економіки в Україні в цілому, що й обумовило вибір теми нашого дослідження.

У розробці цього питання брали участь багато вчених, представників різних галузей науки. Вітчизняні вчені такі як В. Приймак, А. Сігаєв, І. Рябоконт, Л. Ємельяненко займалися дослідженнями взаємозв'язку між макроекономічними показниками та створенням їх базових макроекономічних моделей.

Слід зазначити також що зарубіжні вчені-економісти теж займалися цією проблемою, такі як: В. Філіпс, В. Беверідж, Е. Фелпс, М. Фрідман та інші. У своїй роботі В. Філіпс досліджував взаємозалежність між індексом заробітної плати та рівнем безробіття у Великобританії з 1861 по 1957 рік. В. Беверідж вивчає показники безробіття, цін та заробітної плати. За його дослідженнями з'явилася крива Беверіджа, яка показує залежність рівня безробіття та кількості вакансій. М. Фрідман відзначився тим що глибокий емпіричний аналіз процесу безробіття та факторів його впливу. Він вперше визначив поняття «природний рівень безробіття».

Е. Фелпс згодом модифікував криву Філіпса і запропонував довгострокове її використання за допомогою економетричного аналізу.

Варто пам'ятати досвіду вітчизняних вчених. На основі оцінки ознак макроекономічної нестабільності Л. Ємельяненко запропонував ефективний інструмент для рівноваги національного ринку праці на основі показників макроекономіки.

В. Приймак досліджував основні методи економіко-математичного моделювання для управління ринком праці. А. Сігаєв розкрив основні математичні основи взаємозв'язку економічної активності населення та її

зайнятості. І. Рябоконт досліджував справедливість моделей, описаних за законом Окуна, кривою Беверіджа та залежність реалізації цих моделей від рівня національного розвитку.

Однак, незважаючи на це, сьогодні все ще потрібне масштабне дослідження для систематизації наявної інформації з цього питання.

Враховуючи все вищесказане, була обрана тема магістерської роботи: "Застосування основ вищої математики у мікро та макроекономіці".

Об'єкт дослідження – Сучасний стан організації та розвитку концепцій використання математики у вирішенні мікро та макроекономічних задач.

Предмет – способи та методи застосування основ вищої математики у мікро та макроекономіці.

Мета роботи: дослідити основні аспекти застосування основ вищої математики у мікро та макроекономіці.

Відповідно до мети були визначені наступні **завдання**:

- 1) дати загально-теоретичну характеристику особливостей застосування основ вищої математики у мікро та макроекономіці;
- 2) проаналізувати основні методи використання основ вищої математики у мікро та макроекономіці;
- 3) провести практичне дослідження особливостей використання вищої математики у мікро та макроекономіці.

Для розв'язання поставлених завдань нами були використані такі **методи дослідження**: теоретико-критичний аналіз літератури з теми дослідження; зіставлення, узагальнення і синтезування здобутої інформації тощо.

Робота може бути використана студентами ВНЗ для підготовки до семінарських занять, також може бути використана викладачами для проведення лекції, практик тощо.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та одного додатку. Джерела містить 73 найменувань. Повний обсяг роботи: 71 сторінки.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ОСНОВ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У МІКРО ТА МАКРОЕКОНОМІЦІ

1.1. Огляд сучасного стану проблеми

Традиційне застосування математики обмежувалося тільки фізичними науками, а теоріями в соціальних науках зневажали, але тепер зауважуємо, що математична економіка досягла визнання. Варто також відзначити, що статті по математичній економіці й деяка частина по економічній теорії займають усе більш високу позицію в економічних журналах.

Аргументи, наведені на користь математики, виглядають привабливо, але вони спричиняють проблеми. Багато економістів затверджують, що математичні моделі забезпечують раціональний підхід до вирішення багатьох проблем при прийнятті рішень, розподілі й прогнозуванні [32, .с 97].

Математичні моделі представляють теоретичну роботу на своїй власній мові, яка є інструментом спілкування, як відомо - мова повинна бути простою і зрозумілою, щоб її цінували. Дане визначення незастосовне до математики як до мови.

Найважливішою подією другої чверті ХХ століття в галузі економіки стала математизація економіки. Починаючи з мікроекономічної теорії, макроекономіка, міжнародна торгівля, економічний розвиток, державні фінанси й інші галузі економіки були перетворені в ряд рівнянь. Розвиток математичної економіки не є революційним кроком. Для розвитку нинішнього етапу математичної економіки треба було кілька сторіч.

Визначити математикові так само важко, як визначити економіку. Легке визначення економіки дане Джейкобом Вінером: "Економіка - це те, що роблять економісти", тому можна сказати, що математика - це те, що роблять математики. Математична економіка не є окремою галуззю економіки в тому розумінні, як міжнародна торгівля, державні фінанси або міська економіка, але є підходом до економічної теорії.

У математичній економіці математичні символи й рівняння використовуються в постановці завдання.

Оскільки математична економіка - це лише підхід до економічного аналізу, вона не повинна відрізнятися від не математичного підходу у висновку, але спостерігається зовсім протилежна ситуація, і тут починаються проблеми. Основна відмінність між математичною економікою й економікою полягає в тому, що в першій припущення й висновки описуються математичними символами й рівняннями, тоді як у другій слова й пропозиції використовуються для досягнення бажаної мети [31, с. 84].

Термін "модель" дуже розповсюджений в економіці. Його можна визначити як набір припущень, з яких можна зробити висновки. Простими словами можна сказати, що модель - це просто показ деяких аспектів реального миру. Економічна теорія описова й аналітична. Вона не дає нам повного опису економічного явища, але, роблячи певні припущення, ми можемо побудувати моделі. Потім моделі допомагають представити реальність і допомогти в розумінні характеристик економічної поведінки.

В економічних моделях ми можемо використовувати як математичні, так і теоретичні підходи. Вибір між цими підходами залежить від особистих переваг дослідника. Якщо модель математична, вона буде складатися з набору символів і рівнянь, призначених для опису структури моделі.

Математичні моделі зазнають серйозної критики. Одне з головних підстав полягає в тому, що економічна модель - це всього лише теоретична основа, і немає ніяких серйозних причин, чому вона повинна бути підкріплена математикою.

Будь-яка сукупність математичних знань повинна містити основне ядро фундаментальних теорій, і ці теорії повинні ґрунтуватися й залежати від простих і загальних гіпотетичних моделей реального світу. Математична теорія не є результатом узагальнення з безпосереднього спостереження, тому що в математиці немає такого поняття як пряме спостереження.

Математичні знання або математична мова описують економіку, але не можуть її пояснити. Простіше кажучи, вона описує те, що було помічено, а не те, що буде спостерігатися, тобто математичні знання позбавлені передбачуваної сили, яка є ядром «емпіричної економіки». Як ми знаємо, «кінцевою метою позитивної економіки є висунення «теорій» чи «гіпотез» і «розробка правильних і значущих прогнозів щодо явищ, які ще не спостерігалися». [24, с. 67].

Математичні моделі є абстрактними й узагальненими, але це не означає, що вони універсально вірні. Вважається: чим більш загальна й абстрактна теорія, тим менша її область застосування. Таким чином, математичні теорії залежать від фундаментальних теорій, їм не вистачає прогностичної сили, і вони не універсальні, тому вони не перевершують теоретичних гіпотез.

Після другої світової війни економісти почали використовувати математичні знання відносно економічної теорії. Це був час математичної революції, коли відбувся зсув акценту із часткового на загальну рівновагу. Зріс інтерес до теорії росту, технічному прогресу й іншим формам економічної динаміки.

Ця революція розділила економістів на чотири групи: математичні економісти, нематематичні економісти, прикладні економісти й політичні економісти.

Важливою рисою економічної теорії є її емпіричний характер. Емпірична економіка - це реальна поведінка, і єдиним надійним вираженням цього є спостережувані дані реального миру. Емпіричний характер економіки використовується при перевірці гіпотез, але математична економіка не є емпіричною, тому неемпіричні міркування можуть зіграти вирішальну роль у перевірці гіпотез математичної економіки. Деякі економісти не можуть іноді повністю зрозуміти механізм великомасштабних математичних моделей через їхню складність. Що є ще однією причиною відмови від математичної економіки.

Інша проблема математичних моделей полягає в тому, що вони можуть використовуватися тільки у великому й неоднорідному наборі змінних, але рідко можуть використовуватися з однією змінною [13 ,с. 95].

Існує ще одна причина критики математичних моделей: математичне моделювання являє собою порівняння інтерпретованих результатів моделі зі спостереженнями, отриманими з безпосередньої взаємодії з реальним світом, але вимір того, наскільки близько модель відповідає реальному світу є проблемою, яка пов'язана з повним використанням статистичних методів, а при відсутності статистичних методів (які є частиною економічної теорії) математична модель не може точно описати поведінку реальних явищ. Одне з найдужчих зауважень до математичних моделей полягає у тому, що іноді розробник моделі визначає, що математичне формулювання проблеми неунікальне.

Серед відомих економістів Ж. Б. Сей був першим, хто відмовився прийняти математично сформульовані теорії.

Математичне формулювання економічної теорії не завжди застосовне, воно приховує прості і зрозумілі ідеї за складними й важкими методами.

Сьогодні продовжується взаємопроникнення різних знань, особливо застосування математичних методів у галузях природничих, суспільних та економічних наук. Багато вчених і дослідників говорили про поглиблене проникнення математики в окремі науки та успіхи, досягнуті шляхом поєднання різних галузей знань [41, с.13].

Сьогодні все більше галузей знань вивчають можливість використання математики для структурування і характеристики складних систем соціології, економіки, менеджменту, політології.

Для вивчення економічних та соціальних явищ дослідники пропонують використовувати класичні математичні методи (елементи математичного аналізу, лінійної алгебри, лінійного програмування, ймовірності та статистичні методи, елементи теорії стохастичних процесів) та їх модифікації останніх років: теорія ігор, теорія статистичних рішень, теорія ймовірностей, передбачення, теорія корисності як основа оптимізації, математичні моделі нечітких множин [32, с. 57].

Вже в 1960-х роках математичні методи широко використовувалися в економічних дослідженнях. Відомий радянський економіст ХХ ст. В. С. Немчинов поставив питання: чи призведе це до створення особливої галузі знання, чи це просто доповнення до існуючих методів економічної науки? Він вказав на можливість появи суміжної дисципліни на межі економіки, статистики та математики, назвавши такий процес об'єктивним і закономірним і запропонував назву дисципліни — економіка та математичні методи.

Початок математики економічної науки було покладено розробкою І. Тюнена, який в 1826 р. розглянув національну економічну модель, що стало першим кроком у перетворенні економічної науки в більш точну економічну науку. Модель І. Тюнена дає змогу описувати економічні відносини та закономірності математичною мовою (математичний аналіз і алгебра). Пізніше математичне перетворення моделі Тюнена було названо виробничою функцією. Серед вітчизняних вчених математичне тлумачення виробничої функції використовується К.Г. Трегубовим для економічного аналізу та планування корпоративної діяльності [41, .с 88].

Використання складних математичних моделей в економіці започаткував у 1838 р. освічений математик і професійний економіст А. Курно. Пізніше математичне тлумачення економічних явищ зайняло місце в науковому положенні Лозаннської академії наук маржаналізму, британська школа маржиналізму під керівництвом Л. Вальраса (наприкінці 19 ст., а також С. Джевонса (наприкінці 19 ст.)).

Розвиток економічних досліджень у ХХ ст. та поступове зближення різних напрямів наукових досліджень призвело до ускладнення економічних моделей і переходу до використання змішаних видів-економіко-математичних та економіко-статистичних. При цьому розширено види гібридних моделей на основі математичних або статистичних методів, які використовуються для дослідження економічних явищ. У методах математичної обробки використовуються поліноміальні, лінійні, квадратичні, тригонометричні, експоненціальні та комбіновані кореляції, диференціальні та алгебраїчні рівняння. Статистична обробка з оцінки структури та динаміки явища розвивається у напрямку кореляційного аналізу та прогнозування.

Одним із перших знавців економіки та математики за радянських часів був А. А. Конюс, який у 1924 році опублікував статтю на тему «Проблема індексу реальної вартості життя».

Розвиток науки в Радянському Союзі пов'язаний з іменами відомих економістів і математиків: Л. В. Канторовича, В. С. Німчинова, В. В. Новожилова, Н. П. Сформулюйте найкращі плани промисловості і всього народного господарства.

Вивчення праць радянських вчених показало, що більшість із них стверджували, що математичні методи мають широкий спектр можливостей у застосуванні до аналізу економічних процесів [29, с. 29]. 78].

На їхню думку, сила математики ґрунтується на суворому визначенні правил встановлення зв'язків, припущенні системи аксіом для виведення математичних формул і здатності обробляти поняття, не розкриваючи їх змісту. Математичні поняття — це особливі ідеальні форми, які засвоюють дійсність з точки зору кількісних характеристик дійсності. Набуття цих характеристик ґрунтується на поглибленому вивченні явища на якісному рівні, а також визначено загальний і однорідний зміст, який можна дослідити точними математичними методами.

1.2. Роль та значення вищої математики у мікро та макроекономіці

Проникнення в економіку математичних інструментів заклало основу для розвитку і розробки методів економічного аналізу, економетрики, математичного планування, економічної статистики. Сьогодні вчені намагаються спростити процес прийняття економічних рішень за допомогою

математичних методів. Публікації великої кількості праць із застосування математичних методів в економіці та суміжних галузях це підтверджує.

Столяров І.А. вказував, що математика – це лише інструмент, який дозволяє вивчати та аналізувати складні економічні системи. Науковці бачили передумову розвитку математичної економіки у тому що економічні явища є одними з найскладніших для вивчення явищ. Підприємство - це складна динамічна система з різноманітними зв'язками між різними його підрозділами. Якщо не використовувати точні методи, неможливо встановити ефективну модель оптимізації роботи цієї системи. При вивченні галузевих об'єднань, економіки в цілому, складність об'єктів дослідження значно зростає. Різні підсистеми та елементи цих систем взаємодіють тому зміни в одних з них призводять до змін інших.

Крім того, математичні методи дозволяють перевіряти економічні гіпотези та критично аналізувати динамічні прогнози кількісних відносин між сторонами або елементами економічного процесу.

Багато авторів відзначають позитивну роль використання математики не тільки в дослідженнях, але й у викладанні економіки. Наприклад, у статті (Бесстрашнова, Зверева,) автори відзначають важливість достатньої підготовки студентів по математиці для того, щоб вони могли використовувати сучасні наукові статті в навчальному процесі.

Д. Н. Колесов звертає увагу на зростаючу роль математичних методів у практиці керування запасами, логістиці, банківської й страхової діяльності і т.д. У роботі Автономова І. А. зазначено те, що ринок праці кваліфікованих економістів і керівників свідчить про наявність конкурентних переваг у фахівців з гарною математичною підготовкою (зокрема, у математиків і фізиків). Автори також висловлюють важливу думку про те, що із усіх соціальних наук саме

економіка є найбільш фундаментальною наукою, крім того, вона найбільшою мірою дозволяє опертися на шкільні знання студентів з математики, у тому числі в їхньому взаємозв'язку зі знаннями по історії, географії й іншим подібним шкільних дисциплін [54, с 71].

У літературі часто можна зустріти таку точку зору: математика важлива й для дослідження, і для викладання економіки, але не можна допускати її абсолютизації - замість цього її слід сприймати лише в якості інструмента пізнання економіки. Наприклад, така точка зору висловлюється Н. І. Нікітіної. Близька точка зору приводиться в (Тутов, Рогожнікова,): "математика" надає істотну допомогу в підготовці осмислення реальних явищ і процесів, але не заміняє собою це осмислення".

Багато представників найбільш "просунутих" університетів часто вказують на необхідність орієнтації економічної освіти на досвід закордонних країн – в першу чергу, розвинених. При цьому добре відомо, що в розвинених країнах - зокрема, у США - викладання економіки в середньому має значно більш математизований характер, чим в Україні. Аргументи на користь того, чому вищій школі в частині викладання економічних дисциплін варто придивитися до досвіду цих країн, досить добре відомі. Наприклад, В. Прахов. зазначає, що саме в розвинених країнах перебувають вузи, визнані в усьому світі в якості найкращих, а також перевага серед нобелівських лауреатів по економіці вчених зі США.

Зокрема, О. Ю. Челнокова пропонує при викладанні економіки студентам економічних спеціальностей фокусуватися на якісних результатах теорії, у той час як зі студентами математичних (і суміжних) спеціальностей наголошувати на те, щоб показувати, яким чином можна використовувати математичний апарат для економічного аналізу. На нашу думку, хоча в цілому не можна сперечатися з

необхідністю підстроювання обсягу й рівня складності використаної математики до особливостей тієї або іншої спеціальності студентів, математика - у тому або іншому обсязі - всеж-таки повинна застосовуватися у викладанні економіки навіть на гуманітарних спеціальностях [24, с. 72].

Разом з широкими можливостями для розвитку економічних досліджень з використанням математичних методів, математика додала багато проблем і обмежень:

З математичної точки зору:

- Визначити складність усіх основних характеристик впливу на економічні явища чи процеси, оскільки вони є не лише ендогенними, а й екзогенними (вони не завжди доступні, а їх зміни важко виміряти та передбачити);
- Фактична неможливість визначити аксіоми розвитку економічних систем (їх розвиток за своєю суттю є адаптивним, що призводить до не чітких конфігурацій, які можуть істотно змінити природу системи);
- Використання абстрактних структур у математиці ускладнює вибір відповідних моделей для математичної обробки конкретних економічних явищ або процесів.

З точки зору природи економічних явищ і процесів:

- Порівняно з іншими системами економічні системи більш складні;
- Структура економічної системи слабка, а взаємопов'язана складність робить практично неможливим створення складних економіко-математичних моделей;
- Нелінійність і багатofакторність економічного процесу;
- складність або зовсім неможливість проведення у реальних умовах економічних експериментів і їх серйозні наслідки;
- Унікальність кожної економічної ситуації вимагає свого методу дослідження.

У сфері прийняття економічних рішень:

- Повністю оволодіти математичними методами можуть лише ретельно підготовлені фахівці, але вони не беруть участі в процесі прийняття економічних рішень;
- Сучасні керівники не розуміють можливостей математичного моделювання, тому не бажають витратити гроші на найм кваліфікованих експертів для роботи з економіко-математичними моделями;
- Економісти не можуть використовувати наявні програмні продукти для обробки економіко-математичних моделей (Microsoft Excel, MathCad plus, Statistics, Statgraphics, Mathematics, Quick та ін.) [18, с. 17]. 76];
- недостатнє розуміння економічних явищ або системних взаємозв'язків при розробці математичних моделей процесів, недостатня наукова розробка у застосуванні методів системного аналізу в економічних дослідженнях;
- Відсутня достовірна інформація про зовнішні фактори, що впливають на діяльність суб'єктів господарювання, і є неможливим врахувати ці зовнішні фактори при розробці економіко-математичних моделей.

Крім того, при викладанні економіки та математичних методів, які виконують учителі математики, увага зазвичай зосереджується на характеристиках математичних розрахунків без пояснення можливостей їх застосування в конкретних економічних ситуаціях чи задачах.

Так само формально враховуються математичні методи у роботах вітчизняних дослідників. Немчинов В.С. в середині ХХ ст. Вказав на недоліки в дослідженні економетрики та математичної економіки, підкреслив, що автори замінюють соціально-економічний аналіз чисто математичними методами дослідження, в результаті чого «матеріали» зникають, а залишаються лише рівняння [9, с. 9, 10- 11].

Якісний аналіз завжди необхідно виконувати перед кількісним аналізом, інакше внутрішній зміст вимірюваної величини зникне. К. Г. Трегубов застерігав, що при використанні математичних методів слід пам'ятати, що самі по собі ці методи не можуть розкрити природу економічних явищ і характер зв'язків між ними. Вони використовуються лише як засіб формалізації економічного процесу, завдяки якому можна отримати чітке кількісне вираження [14, с. 10].

Надмірна математична економіка хвилює як вітчизняних, так і західних учених. З 70-х років ХХ століття дослідники почали звертати увагу на високозастосовні математичні методи оцінки економічних явищ. Тому в 1982 р. В. Леонт'єв проаналізував статті, опубліковані в *American Economic Review* 1970-х років. І потім у листі до журналу «*Science*». Написав що він виявив: більше половини зі статей них були математичними моделями без будь-яких емпіричних даних, близько 15% містили повністю нематематичний теоретичний аналіз, і лише 35% статей використовували методи емпіричного аналізу.

Морган Т. продовжив коментувати В. Леонт'єва в 1988 році і показав, що половина статей в *American Economic Review* і *Economic Journal* не містять жодних фактичних даних, що значно перевищило подібну долю журналів з фізики та хімії. Освальд А. підтвердив результати попередніх досліджень з мікроекономіки в 1991 році і зробив справедливий висновок, що багато економістів розглядають економіку як «своєрідну філософію математики» або «соціальну математику», тобто займаються математикою. соціальних проблем, але з формальної точки зору розв'язавши ці проблеми [31, С. 33].

У багатьох економічних працях, які використовують математичні методи дослідження, є форма формалізму — удосконалення технології дослідження як самостійного методу, для самої технології. Ще в 1987-1988 рр. Д. Коландер і А. Клемер показали, що американські аспіранти вважають, що головною умовою

їхньої кар'єри є аналітичні здібності, а не знання економічної дійсності чи знайомство з економічною літературою.

Тому цілий пласт літератури, що з'являється на стику економіки та математики, ще не знайшов своїх користувачів: фахівці з точних наук не охоплюють економіку широкими дослідженнями, їх цікавлять вузькі економічні питання, пов'язані з реальною роботою економічної сфери. З точки зору неможливості швидкого застосування математичних методів у прийнятті рішень, література є складною [32, с 57].

Поява обчислювальної техніки та її розвиток у 1960-1970-х роках. ХХ століття стала рушійною силою розширення економіко-математичних досліджень. Комп'ютерні технології дозволили значно скоротити час на вирішення дуже великих задач, стимулюючи тим самим збільшення обсягів економіко-математичних досліджень [13, с. 9].

Поєднання комп'ютерних технологій і можливостей математики заклало основу для розвитку точних методів економічних досліджень. Одним з основних інструментів математики науково-технічного прогресу В. П. Кохановський називає математичним моделюванням, головна суть і перевага якого полягає в заміні вихідного об'єкта на відповідну математичну модель, подальшому його дослідженні та проведенні експериментів на комп'ютері з алгоритмом розрахунку.

Для науки ХХ ст. коли багато наукових досягнень неможливо представити безпосередньо, характерним є збільшення складності та абстрагування знань. Абстрактна, логічна математика та символічні моделі, в яких певні характеристики модельованих об'єктів представлені абстрактними формулами [62, с. 104].

Автори довели велику роль математичних моделей в економічних дослідженнях і вказують, що математична модель, розроблена в 1970-х роках. У

XX столітті Дж. Форестер і Д. Л. Медоуз передбачила, що в середині цього століття настане криза, пов'язана з експоненційним зростанням населення Землі, забрудненням навколишнього середовища та виснаженням природних ресурсів. Вони відіграли важливу роль у появі цієї ідеї сталого, самодостатнього розвитку. Однак ці моделі не позбавлені недоліків, оскільки не враховують розвиток технологічних процесів, еволюцію виробничих структур, зміни структури споживання, зміни методів навчального процесу.

Комп'ютерна обробка економічних даних є основою для розробки імітаційних моделей. Під керівництвом Ю. М. Павловського робота групи вчених продемонструвала досвід впровадження імітаційного моделювання для дослідження складних соціально-економічних явищ і поведінки. Автор розкриває, що сутність технології полягає в поєднанні математичних моделей із змістовним гуманітарним аналізом, а також у дослідженні унікальних і неповторних характеристик конкретних процесів чи явищ у цьому контексті [10, с. 34].

На додаток до імітаційного моделювання щодо економічних явищ широко використовувані теорія ігор і статистичні методи прийняття рішень тепер розглядаються як математична теорія конфліктів і є основою розробки статистичних моделей прийняття рішень з відомим набором стратегій. У деяких роботах описані характеристики подолання конфліктних ситуацій у соціології, які можуть бути використані як основа для прийняття економічних рішень у конфліктах між двома сторонами. Для теорії ігор основою береться модель, заснована на раціональному поведінці конфліктуючих сторін.

У реальних ситуаціях поведінка першої сторони може бути визнана другою стороною як нерозуміла. Ця ірраціональність є результатом невпевненості в знаннях протилежної сторони. Недосконалість теорії ігор у цьому відношенні

проявляється в концептуальній незавершеності її устрою: вона шукає в середньому оптимальне або розумне рішення, а конфлікт динамічний і унікальний.

Невміння враховувати суб'єктивні (психологічні) фактори ускладнює вивчення конфліктних економічних систем, механізм цієї оцінки ще не розроблений. Важко визначити, як буде поводитися опонент, і чому ймовірнісний апарат також марний через суб'єктивну ірраціональність поведінки.

У цей час М. Павловському здається неможливим з точністю розв'язати проблему еволюції регіональних особливостей будь-якої країни чи групи країн у межах характерного інтервалу часу. На думку автора, головною перешкодою для використання імітаційних моделей сьогодні є відсутність необхідної екзогенної інформації. Поділ виробничої структури на різні види діяльності є нетрадиційним для сучасної математичної економіки, поділ фундаментальних і прикладних наук ускладнює використання існуючих розробок і створює проблему розробки нових моделей [41, с 86].

Розширення і поглиблення математизації і комп'ютеризації економічної науки науковці пов'язують із закономірностями розвитку – посиленням і наростанням складності та абстрактності наукового знання, вказують на їх роль у забезпеченні удосконалення форм взаємодії у науковому співтоваристві.

1.3. Аналіз економіко-математичних методів для моделювання і прогнозування показників виконання мікро та макроекономічних показників

Класифікація економіко-математичних методів зводиться до класифікації наукових дисциплін, що входять до них.

Математична статистика - система заснованих на теоретико-ймовірних моделях понять, прийомів і математичних методів, призначених для збору, систематизації, тлумачення й обробки статистичних даних з метою одержання наукових і практичних висновків [46, с. 99].

Класифікація економіко-математичних методів обґрунтований вибір серед можливих теоретико-імовірнісних моделей тієї моделі, яка щонайкраще відповідає наявним у розпорядженні дослідника статистичним даним, що характеризують реальну поведінку конкретної досліджуваної системи (Додаток 1).

Правила і процедури математичної статистики засновані на теорії ймовірностей, що дозволяє оцінити точність і надійність висновків, зроблених у кожному питанні, на основі наявних статистичних даних. Статистичні дані відносяться до інформації про кількість об'єктів у більшій або більшій групі з певними характеристиками.

Математична статистика вивчається в розділі "Теорія ймовірностей і математична статистика" дисципліни "Математика" із циклу загальних математичних і естествознавчих дисциплін [28, с. 74].

Математична економіка — це сукупність наукових напрямків розвитку економічної теорії на основі аксіоматичних методів: гіпотези формалізуються у вигляді математичних взаємозв'язків, а отримана побудова моделі та

узагальнення вивчаються математичними методами. Таким чином, математична економіка - розділ економічної науки, що займається аналізом властивостей і рішень математичних моделей економічних процесів.

У математичній економіці досліджуються теоретичні моделі, засновані на певних формальних передумовах (лінійність, опуклість, монотонність залежності й т.п.), а також на конкретних формулах взаємозв'язку величин. Математична економіка, загалом кажучи, не займається вивченням ступеня обґрунтованості того, що дана залежність має той або інший вид. Це залишається для економетрики. Завданням математичної економіки є вивчення питання про існування розв'язку економіко-математичної моделі, умовах його незаперечності, стаціонарності, наявності інших властивостей.

Елементи математичної економіки вивчаються в розділі "Економіко-математичні моделі" дисципліни "Математика".

Економетрика - наука, що досліджує кількісні закономірності й взаємозв'язки в економіці за допомогою методів математичної статистики, що й дозволяє на базі положень економічної теорії й результатів економічних вимірів надавати конкретне кількісне вираження загальним (якісним) закономірностям, обумовленим економічною теорією.

Математична економіка й економетрика вивчають ті самі питання. Однак, на відміну від математичної економіки, економетрика займається статистичною оцінкою й аналізом економічних залежностей і моделей на основі вивчення емпіричних даних.

Економетрика вивчається в рамках самостійної однойменної дисципліни із циклу загальних математичних і естествознавчих дисциплін.

Економіко-математичне моделювання широко використовується в довгостроковому плануванні та прогнозуванні.

Економіко-математичне моделювання — це процес вираження економічних явищ за допомогою математичних моделей. Економічна модель — це принципова схема економічного явища або процесу, що використовує наукову абстракцію, що відображає її характеристики. Математична модель є основним засобом вирішення оптимізаційної задачі будь-якої діяльності. По суті, ці моделі використовуються як засіб планування розрахунків. Їх цінність для економічного аналізу та оптимізації прийняття рішень полягає в тому, що вони можуть оцінювати інтенсивність завдань планування, визначати обмежену групу обладнання, типи ресурсів та отримувати оцінки їх дефіциту. Математичне моделювання економічних явищ і процесів дозволяє мати чітке уявлення про досліджуваний об'єкт, охарактеризувати та кількісно описати його внутрішню структуру та зовнішні зв'язки. Модель — це умовне зображення об'єкта керування.

Економіко-математичні моделі повинні бути реалістичними і відображати істотні сторони та зв'язки об'єктів дослідження. Звернемо увагу на важливі особливості побудови будь-якого типу економіко-математичної моделі.

Процес моделювання можна умовно розділити на три етапи:

- 1) проаналізувати емпіричні дані теоретичної моделі та її структуру та характеристики, притаманні досліджуваному явищу чи процесу;
- 2) Визначити спосіб розв'язання задачі;
- 3) Проаналізувати результати.

Найважливішим моментом на першому етапі моделювання є точність кінцевої мети побудови моделі та визначення стандарту, який використовується для порівняння різних рішень.

Наприклад, такими стандартами економічної системи можуть бути такі засади:

- Максимізувати корисний ефект продукту, обмеживши загальну вартість;
- Для максимізації прибутку компанії передумовою є те, що якість продукції не знижується;
- Для зниження собівартості товарів передумовою є те, що якість товарів не знижується, а споживання не збільшується;
- Підвищення продуктивності праці, покращення використання устаткування чи матеріалів, збільшення оборотності оборотних коштів за умови, що якість товарів не знижується та інші стандарти не погіршуються.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У МІКРО ТА МАКРОЕКОНОМІЦІ

2.1. Особливості використання обернених функцій для побудови кривої Філіпса при вирішенні економіко-математичних задач

У жовтні 2006 року професор Колумбійського університету Едмунд С. Фелпс отримав нобелівську премію з економіки. Фелпс отримав премію за аналіз міжчасових відносин у макроекономічній політиці. Як економічний теоретик, Фелпс мав великий вплив на теорію інфляції, заробітної плати, безробіття та економічного зростання.

В 1960-ті рр. дебати між кейнсіанцями й монетаристами заповнили економіко-політичні заголовки. Дискусії велися по трьом різним макроекономічним питанням: ефективність фіскальної в порівнянні з валютною політикою, так звана крива Філіпса (Рс. 2.1.1.) й роль економічної політики [38 ,с. 65].

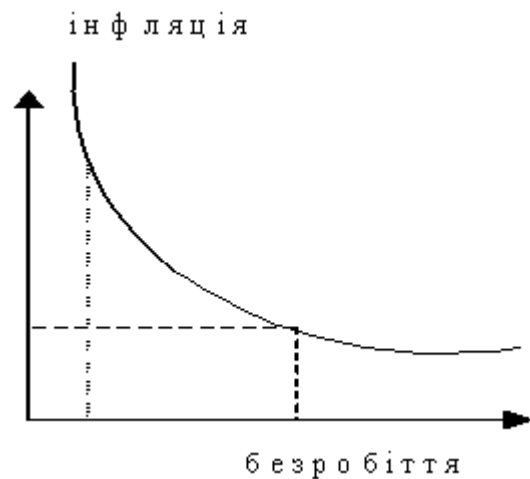
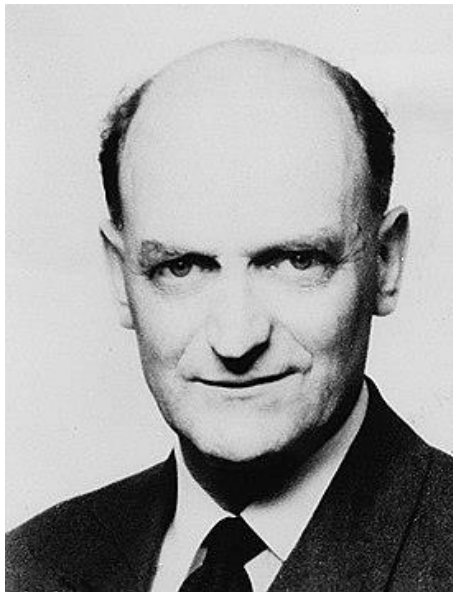


Рис. 2.1.1

Крива Філіпса стає невід'ємною частиною основної кейнсіанської макромоделі. Однак, оскільки вона добре пояснює зміни цін, заробітної плати та рівня безробіття з часом, крива стає частиною макроекономічного аналізу. У 1960-х роках на основі емпіричних спостережень багато кейнсіанських економістів вважали, що існує стабільний зв'язок між інфляцією та безробіттям навіть у довгостроковій перспективі. Едмунд С. Фелпс з Колумбійського університету категорично був не згоден з цим. На його думку, тривале безробіття обумовлено не інфляцією, а ринком праці. Політика макроекономічної стабілізації може викликати лише короткострокові коливання рівня безробіття.

Фелпс вважає, що якщо високопоставлені політики дійсно намагатимуться це використати, тобто якщо вони намагатимуться досягти низького рівня безробіття, допускаючи високу інфляцію, то коефіцієнт привабливості негайно зникне. Іншими словами, Фелпс сформував теорію ще до того, що зв'язок між інфляцією та безробіттям був ілюзією.

Фелпс піддав критиці традиційний погляд на використання незмінного співвідношення між безробіттям та інфляцією в багатьох країнах. Тому переконати макроекономістів і політиків стало важче. Лише болісний досвід 1970-х років довів, що Фелпс мав рацію, внаслідок чого одночасно зросла інфляція та високий рівень безробіття. Крім того, Фелпс поширив свій макроекономічний аналіз структурного безробіття на так званий рівень природного безробіття. Методологію Фелпса в літературі часто описують як мікро та макромодель [34, с. 87].

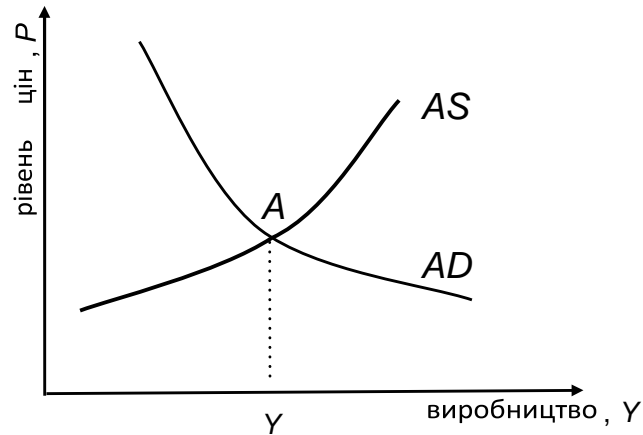


Рис. 2.1.1. Модель AS–AD

Взаємозалежність сукупної пропозиції та сукупного попиту (рівняння AS-AD, рис. 2.1.1) економіки може бути виражена як відношення між інфляцією, очікуваною інфляцією й безробіттям. Чим вище рівень очікуваної інфляції, тим вище реальна інфляція; чим вище безробіття, тим нижче інфляція. Залежність можна записати в такий спосіб:

$$P_t = P_t^e (1 + \mu) F(u_t, z) \quad (2.1.1)$$

де P_t - рівень цін, P_t^e - очікуваний рівень цін, μ - націнка фірми, $F(\cdot)$ - підсумовує вплив рівня безробіття u_t на заробітну плату u та інші фактори, що здійснюють вплив на параметр заробітної плати, виражені змінної z . З метою спрощення співвідношення, можна одержати наступну функцію $F(u_t, z) = 1 - \alpha u_t + z$. Коефіцієнт α пояснює вплив безробіття на заробітну плату. Заміна попереднього рівняння дає нам:

$$P_t = P_t^e (1 + \mu)(1 - \alpha u_t + z) \quad (2.1.2)$$

Це рівняння можна переписати в показниках рівня інфляції, π ,

$$\pi_t = \pi_t^e + (\mu + z) - \alpha u_t \quad (2.1.3)$$

де π_t позначає рівень інфляції й π_t^e - відповідний рівень інфляції, очікуваний визначниками заробітних плат [29, с. 76].

До Фелпса існував загальний консенсус по питанню про існування стабільної кривій Філіпса, тобто абсолютно негативного співвідношення між інфляцією й безробіттям:

$$\pi_t = (\mu + z) - \alpha u_t \quad (2.1.4)$$

Якщо інфляція висока, а номінальна заробітна плата фіксована, реальна заробітна плата впаде, що змусить компанії наймати більше працівників. Тому завданням економічної політики є коригування макроекономічного попиту за допомогою монетарної чи фіскальної політики для забезпечення високого рівня зайнятості. Фелпс зазначив, що слабкість аналізу полягає в припущенні про фіксовані заробітні плати та ціни. Якщо заробітна плата працівників відстає від очікувань через інфляцію, роботодавці коригують свої інфляційні очікування, що призведе до високого попиту на заробітну плату. Підприємства будуть нести вищі витрати на заробітну плату. Тому рівень безробіття не може бути знижений у довгостроковій перспективі (нижче його структурного рівня). Це переконання призводить до так званої кривої Філіпса, яка посилюється очікуваннями (Рис. 2.1.2.).

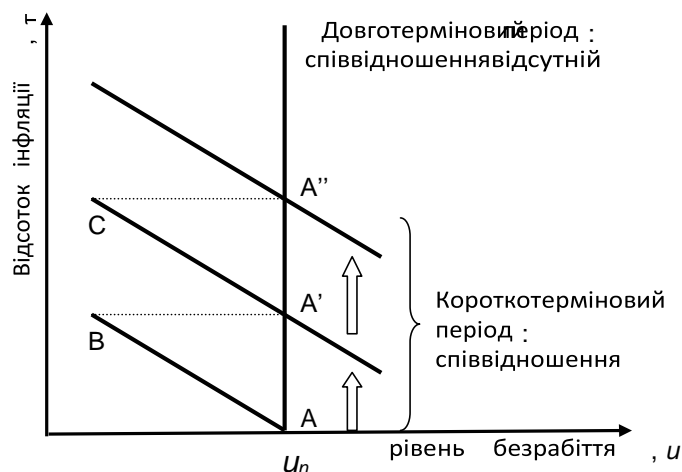


Рис. 2.1.2. Крива Філіпса

Щоб зрозуміти так звану криву, що доповнюється очікуваннями, Філіпса, припустимо, що очікування має таку форму: $\pi_t^e = \theta \pi_{t-1}$. Для того щоб простежити наслідки впливу різних значень θ на відношення між інфляцією й безробіттям, ми одержуємо: $\pi - \pi^e = (\mu + z) - \alpha u_t$. Коли $\theta = 1$, рівень безробіття впливає не на відсоток інфляції, а скоріше на зміну відсотка інфляції: високе безробіття веде до спаду інфляції, низьке - до росту інфляції. Коли θ зростає від 0 до 1, простої співвідношення між інфляцією й безробіттям зникає [32, с. 55].

Фелпс показав, що доповнена крива Філіпса тісно пов'язана з поняттям природнього рівня безробіття. У первинній кривій Філіпса не було місця природньому рівню безробіття. Природній рівень безробіття є таким рівнем безробіття, коли дійсний відсоток інфляції дорівнює очікуваному рівню інфляції. З попередніх формул і u_n , який позначає природній рівень безробіття, з $\pi_t = \pi_t^e$, ми одержуємо:

$$u_n = (\mu + z)^\alpha \quad (2.1.5)$$

Отже, чим вище фактори, що впливають на встановлення заробітних плат, z , і чим вище націнка, тем вище рівень безробіття u_n . Використовуючи цю інформацію, ми одержуємо наступне співвідношення:

$$\pi_t - \pi_t^e = -\alpha(u_t - u_n) \quad (2.1.6)$$

Зміна інфляції залежить від різниці між реальним і природнім рівнем безробіття. Коли реальний рівень безробіття вище природнього, інфляція зменшується.

Це рівняння дозволяє з іншої сторони подивитися на природній рівень безробіття. Саме рівень безробіття повинен робити інфляцію постійною. Саме тому u_n іноді називають у макроекономічній літературі NAIRU (non-accelerating inflation rate of unemployment - неприскорюючий рівень інфляції безробіття).

Крива Філіпса описує взаємозв'язок між інфляцією та безробіттям: інфляція вища, коли рівень безробіття низький, і нижча, коли рівень безробіття високий.

І інфляція, і безробіття небажані для економіки будь-якої країни, вони є макроекономічною нестабільністю. Інфляція та безробіття:

- Незалежні в довгочасовому періоді (безробіття визначається ситуацією. На ринку праці, інфляція визначається перш за все темпами зросту грошової маси).
- Зв'язані у короткочасовому періоді (зріст сукупного попиту тимчасово перевищує інфляцію та збільшує сукупний випуск, при цьому знижуючи безробіття).

Основна логіка полягає в тому, що коли є багато незайнятих робочих місць і мало безробітних, роботодавцям доведеться пропонувати більш високу зарплату, підвищуючи інфляцію і навпаки. Ці залежності спочатку описав

новозеландський економіст Філіпс у 1958 році, який вивчав дані про безробіття та заробітну плату для Великобританії з 1861 по 1957 рік [28, с. 63].

Стара крива Філіпса розглядає минулу інфляцію і її лагові змінні. Вважається, що стара крива Філіпса не є достатньою для пояснення інфляції, оскільки вона намагається пояснити інфляцію, з макро перспективи. Однак Новокейнсіанська крива Філіпса намагається пояснити інфляцію на мікроекономічній основі. Новокейнсіанська крива Філіпса описує, як інфляція минулого, очікувана майбутня інфляція та міра реальної граничної вартості або розриву у виробництві керують поточним рівнем інфляції. Основна модель з липкими цінами об'єднує припущення кейнсіанців, такі як недосконала конкуренція та номінальна жорсткість. Як і в традиційній кейнсіанській моделі, грошово-кредитна політика впливає на реальні змінні в короткостроковій перспективі. На відміну від традиційних кейнсіанських моделей, у нових кейнсіанських моделях рівняння походять від процесу оптимізації раціональних агентів.

До 1970-х рр. стандартна модель очікувань була орієнтована на минуле: очікувана інфляція дорівнювала лаговій інфляції (або в середньому декільком лагам). Поведінка, спрямована на минуле, допомагає пояснити інертність інфляції: оскільки фірми вибирають ціни, виходячи із очікуваної інфляції, а лагові очікування роблять інфляцію залежною від минулої інфляції. Загальна думка, що склалася, полягає в тому, що ретроспективні правила сприяють захисту економіки від коливань, орієнтованих на очікування. Традиційні пояснення інертності інфляції покладаються на певну форму запізнення у встановленні цін [39, с. 43].

Теоретичні розробки на основі цього визначення пропонують криву Філіпса, орієнтовану на майбутнє; поточна інфляція залежить від майбутніх

інфляційних очікувань та поточного розриву у виробництві. Якщо інфляція суто орієнтується на майбутнє, її персистентність виникає лише від шоку до граничних витрат (за умови, що вони мають значення), і ідеально очікувані зміни інфляції будуть безцінними. Шайб та Вайнс оцінюють низку альтернативних оцінок, отриманих за результатами розриву випуску, і виявляють, що розриви у виробництві, отримані з оцінок виробничої функції для економіки Китаю, мають більше користі при оцінці кривої Філіпса, ніж розриви у виробництві, отримані за допомогою простих статистичних тенденцій. Частково криві Філіпса, що спрямовані на майбутнє, забезпечують кращу відповідність, ніж ті, що дивляться на минулі результати. Батіні та ін. вивчили взаємозв'язок між часткою праці та рівнем інфляції в контексті простої динамічної моделі поведінки фірм із ціноутворенням. Вони ґрунтуються на моделі коригування витрат, яка включає витрати на коригування як цін, так і зайнятості. Вони вважають, що частка праці має значний вплив на інфляцію, враховуючи розрив у виробництві. В умовах прогнозованої кривої Філіпса при збільшенні частки праці на 1 відсоток, інфляція зростає на 0,16 процентних пунктів. Економічна робота Лейта та Маллі також пропонує більшості фірм встановлювати ціну враховуючи майбутні очікування, а не дотримуючись принципів, спрямованих на минуле. Клейберген та Мавроїдіс оцінили модель для американських даних. Їх результати показали, що динаміка, спрямована на майбутні очікування, домінує в поведінці, яка дивиться назад.

Історія кривої Філіпса не закінчилася на її модифікації. Справді, після стагфляції 1970-х, коли одночасно в економіці США спостерігалася і висока інфляція, і високе безробіття, макроекономіку наздогнали важливі зміни, чому сприяли і події в економіці, і ідеї в економічному співтоваристві. На початку 1970-х рр. невелика група економістів – Роберт Лукас, Томас Сарджент і Роберт Барро – зробили атаку на основні теоретичні положення макроекономіки.

Головним аргументом Лукаса і Сарджента було те, що кейнсіанці ігнорували значення впливу очікувань на економічну поведінку. Критики традиційного підходу вважали, що способом продовження аналізу було припущення, що люди формують очікування найбільш раціональним чином, ґрунтуючись на інформації, якою вони володіють. Критика з боку теорії раціональних очікувань стала імпульсом і для перегляду багатьох положень макроекономічної теорії. Роберт Лукас вважав, що існуючі макроекономічні моделі не можуть бути використані для розробки політики. Хоча ці моделі враховували, що очікування можуть впливати на поведінку, вони не включали очікування в явному вигляді [54, с. 72].

Передбачалося, що всі змінні залежать від поточних або минулих значень інших змінних, в тому числі політичних змінних. Таким чином те, що враховувалося в моделях, було набором взаємозв'язків між економічними змінними, які мали місце в минулому, при колишній політиці. Лукас стверджував, що як тільки політика змінюється, спосіб формування людьми очікувань також зміниться, вони оцінюють взаємозв'язки – і, відповідно, моделювання, засноване на використанні існуючих макроекономічних моделей є поганими показниками того, що станеться в умовах цієї нової політики. Ця критика макроеконометричних моделей отримала назву «критика Лукаса». Якщо в якості прикладу знову розглянути криву Філіпса, то дані до початку 1970-х рр. припускали взаємозв'язок між безробіттям і інфляцією. Як тільки політичні діячі спробували використовувати цей взаємозв'язок, він зник.

Ново кейнсіанська крива Філіпса (НККФ) залежить від двох наборів мікроекономічних основ: монополістичних конкурентних фірм та постійних цін. В умовах монополістичної конкуренції кожен диференційований товар виробляється однією фірмою, яка визначає ціну товару, яку вона виробляє. Хоча

товари різні, передбачається певна ступінь доповнення. Тому конкуренція серед товарів все ще існує.

Постійні ціни виникають через обмеження щодо коригування цін фірмами. Калво припускав, що лише деякі фірми здатні змінити ціни на свою продукцію протягом заданого періоду. Ймовірність зміни ціни не залежить від останнього коригування. Таким чином, сукупна ціна за даний період буде середньозваженою від скоригованої ціни та ціни в попередньому періоді. Ця постійність у цінах пояснюється витратами на коригування цін та довгостроковими контрактами на надання товарів за фіксованими цінами.

Відповідно до цих припущень, фірми встановлюють ціни на свої товари, додаючи націнку до номінальної граничної вартості, щоб максимізувати їх середньо- та довгострокові прибутки. З огляду на обмеження в термінах коригування цін та наявності інформації, необхідної для прогнозування майбутніх граничних витрат, сукупна ціна визначатиметься за допомогою наступного рівняння [40, с. 83]:

$$\pi_t = E_t \pi_{t+n} + a * rmc_t \quad (2.1.7)$$

де: π_t - це рівень інфляції за період t , $E_t \pi_{t+n}$ - очікувана інфляція періоду $t + n$ у період t , rmc_t - це відхилення реальної граничної вартості від її стійкого стану за період t .

Рівняння (2.1.6) описує НККФ. Коефіцієнт a вказує на ступінь постійності ціни. Якщо більше фірм скорегує свої ціни, a буде більшим, тобто інфляція буде визначатися, більшою мірою, реальними граничними витратами.

Збільшення або зменшення реальних граничних витрат тісно пов'язане з розривом у виробництві. Коли збільшується номінальний сукупний попит при

повній зайнятості, оскільки сукупна ціна є постійною, реальний сукупний попит зростатиме. Фірми збільшуватимуть виробництво за межами повного рівня зайнятості внаслідок поведінки щодо максимізації прибутку, а, отже, створюватимуть позитивний розрив у виробництві. Таким чином, якщо припустити досконалий ринок праці (гнучка номінальна заробітна плата, відсутність витрат на коригування робочої сили та невідповідність між попитом на робочу силу та пропозицією), виникне лінійна залежність між розривом у виробництві та реальними граничними витратами. Враховуючи ці зв'язки рівняння (2.1.6) можна перетворити в рівняння (2.1.7) нижче.

$$\pi_t = E_t \pi_{t+n} + \beta * gap_t \quad (2.1.8)$$

де gap_t - розрив у продукції у періоді t , π_t - інфляція у періоді t .

Оригінальна формула кривої Філіпса, яка зображена на Рисунку 2.3. була простою залежністю між зростанням заробітної плати та безробіттям. Відтоді макроекономісти сформулювали більш досконалі версії, які враховують роль інфляційних очікувань та зміни рівня довгострокового рівноважного рівня безробіття. Останню часто називають NAIRU (або темпом інфляції, що не прискорюється), визначається як найнижчий рівень, до якого безробіття може впасти, не породжуючи зростання інфляції [27, с. 69].

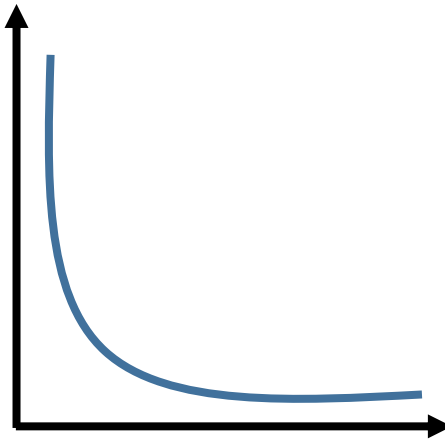


Рис. 2.1.3. Оригінальна крива Філіпса (вертикаль – інфляція, горизонталь – рівень безробіття).

Останніми роками історичний зв'язок між безробіттям та інфляцією схоже змінився. Це можна побачити, якщо розглянути рівень безробіття та інфляцію в США. Рівень безробіття впав до 17-річного мінімуму, але зростання заробітної плати та інфляція не прискорилися. З 1960-1985 рр. зменшення на один відсотковий пункт розриву між поточним рівнем безробіття та темпом, який економісти вважають стійким у довгостроковій перспективі ("розрив безробіття") пов'язаний з 0,18 процентним пунктом прискорення інфляції, вимірний витратами на особисте споживання. Однак з 1986-2007 рр. вплив безробіття на інфляцію був меншим за половину, а з 2008 року ефект по суті зник. Це явище часто називають сплющенням кривої Філіпса. Іншими словами, жорсткий ринок праці не призвів до зростання інфляції. Важливим питанням є те, чи сплющення кривої Філіпса є вказівкою на структурний розрив або просто на зміну способу його вимірювання [19, с. 55].

Слабкий баланс між інфляцією та безробіттям в останні роки змусив деяких поставити під сумнів, чи крива Філіпса взагалі діє. Іншими словами, деякі стверджують, що роботодавці просто не підвищують зарплату у відповідь на

жорсткий ринок праці, а низьке безробіття насправді не викликає більш високу інфляцію. Ось кілька причин, чому це може бути правдою.

1) Глобалізація.

Великі багатонаціональні компанії залучають трудові ресурси в усьому світі, це означає, що вони можуть відповісти на низьке безробіття, наймаючи більше за кордон, а не підвищуючи зарплату. Деякі дослідження свідчать, що це явище зробило інфляцію менш чутливою до внутрішніх факторів.

2) Зниження потужності робітників

За останні кілька десятиліть у робітників спостерігається низьке зростання заробітної плати та зменшення частки загального доходу в економіці. Багато економістів стверджують, що це пов'язано зі слабшими переговорними силами робітників. Це може означати, що робітники менш здатні домовлятися про підвищення заробітної плати при низькому рівні безробіття, що призводить до слабшого взаємозв'язку між безробіттям, зростанням заробітної плати та інфляцією.

2.2. Методика застосування теореми обернених функцій для побудови кривої Беверіджа

Крива Беверіджа - графічне зображення залежності між рівнем безробіття й числом вільних робочих місць. Крива одержала ім'я відомого англійського економіста Вільяма Беверіджа (1879-1963).

Графік будується в координатах "безробіття - частка вільних робочих місць". Крива має негативний нахил, тому що чим більше число вакансій, тем нижче рівень безробіття. Крива ілюструє існування природнього безробіття. Незважаючи на наявність вакансій частина працівників не може знайти роботу.

Якби природне безробіття було відсутнє, то точки розташовувалися б на осях. Безробіття існувало б при відсутності вакансій або при наявності вакансій не було б безробітних. Причини, по яких безробітні й вакансії співіснують одночасно перераховані нижче [58 ,с. 40].

1. Фрикційне безробіття, пов'язана з рухом робочої сили.
2. Тверді заробітні плати, включаючи мінімальний розмір оплати праці, законодавча заборона на зниження заробітної плати. тиск профспілок і т.п.
3. Тимчасові й грошові витрати на пошук роботи й найм працівників.
4. Ефективна заробітна плата, яку роботодавці змушено встановлювати в умовах інформаційної асиметрії.

Положення кривої

Під впливом різних факторів крива зміщається. Фактори, під впливом яких відбувається зсув кривій Беверіджа:

- Зміна ефективності системи працевлаштування шукаючих роботу. Підвищення ефективності системи працевлаштування дозволяє швидше знайти підходящу роботу. Під впливом цього фактора крива зміщається вправо.
- Зміна частки працюючого населення в загальній масі людей працездатного віку.
- Інші фактори, під впливом яких відбувається зрушення кривої.

Поняття природнього й перевищуючого природній рівень безробіття добре ілюструє так звана крива Беверіджа [32 ,с. 65].

Крива Беверіджа характеризує залежність яка склалася в економіці між безробіттям і числом вільних вакансій. При будь-якому рівні безробіття завжди є деякий мінімум незаповнених робочих місць - або вони зовсім не привабливі, або це викликане наявністю фрикційного безробіття. Аналогічно навіть при дуже

великій кількості вакансій, завжди знайдуться люди, які в цей момент шукають роботу. Тому крива, наближаючись до осей координат, ніколи до них не дотикається й має вигляд гіперболи. Рівень безробіття, який досягається при перетинанні бісектриси (OZ) координатного кута й кривої Беверіджа, є рівноважним або природнім рівнем. Це фрикційна й структурна безробіття. Якщо фактичний рівень безробіття, який склався в економіці перевищує природній - це циклічне безробіття.

Положення точки фактичного безробіття на кривій Беверіджа характеризує напруженість на ринку праці в цей момент. Відношення числа безробітних до незаповнених вакансій називають коефіцієнтом напруженості. У точці рівноваги коефіцієнт напруженості рівний 1; якщо ж його значення зростає, то це говорить про наявність циклічного безробіття на ринку праці.

Для побудови моделі на осі абсцис відкладаємо кількість безробітних (U), на осі ординат - кількість робочих вакансій (V) [48, с. 78].

а) Бісектриса кута O являє собою сукупність крапок, які характеризуються рівністю між кількістю безробітних (U) і кількістю вакансій (V), отже, усі точки бісектриси відповідають повній зайнятості (безробіття при цьому перебуває на природньому рівні й містить у собі тільки фрикційне й структурне безробіття). Модель показує, що навіть у стані повної зайнятості існує деяке безробіття - природне безробіття (або безробіття при повній зайнятості), причому її величина росте в міру видалення від початку координат (Рис. 2.2.1.).

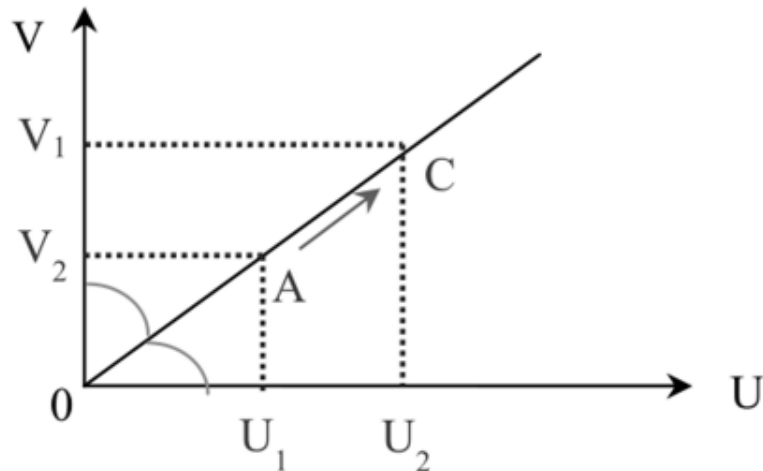


Рис. 2.2.1. Повна зайнятість

Бисектриса відповідає зайнятості: $\sum V = \sum U$. Тобто фактичне безробіття знаходиться на природньому рівні. Всі точки над бисектрисою означають, що об'єм попиту на працю більши об'єма пропозицій праці: $\sum V > \sum U$. Нижче бисектриси: пропозиція праці більша ніж об'єм попиту $\sum V < \sum U \rightarrow$ це спад \rightarrow має місце циклічне безробіття.

Положення точки А на бисектрисі відповідає стану повної зайнятості ($V_i = U_i$) з рівнем безробіття U_i . Однак не зрозуміло, які фактори переважають - короткострокові (які викликають фрикційне безробіття) або довгострокові (які зумовлюють структурне безробіття). Можна судити лише про те, що безробіття в розмірі U_i викликана комбінацією факторів структурного й фрикційного безробіття. Таким чином, ця модель не дозволяє відокремити структурне безробіття від фрикційної.

Якщо природнє безробіття (структурне + фрикційне) зростає до U_2 , то ми пересунемося в т. С (Рис. 2.2.1.). Рівність вакансій та безробітних ($V_2 = U_2$) збережеться.

Безробіття, як і вакансії абсолютно відсутні лише в точці 0.

б) Усі точки, розташовані вище бісектриси характеризують надлишок попиту на робочу силу ($V > U$) [38, с. 89].

в) Усі точки нижче бісектриси - надлишок пропозиції робочої сили ($U > V$).

Через кожну точку на бісектрисі можна провести криві B_1, B_2 (Рис. 2.2.2.), які відомі як криві Беверіджа. Кожній структурі ринку праці відповідає своя крива Беверіджа (B_1 і B_2 - різні криві Беверіджа). Для кожної даної структури ринку праці крива Беверіджа показує, як змінюються вакансії й безробіття протягом економічного циклу.

Рухаючись зі стану повної зайнятості без інфляції (точка А) у фазу буму, ситуація на ринку праці досягає положення точка D: обсяг попиту на працю перевищує обсяг пропозиції праці ($U_2 > U_0$). Фактичне безробіття U_0 менше природнього безробіття U_1 , ($U_1 - U_0$) - надзайнятість.

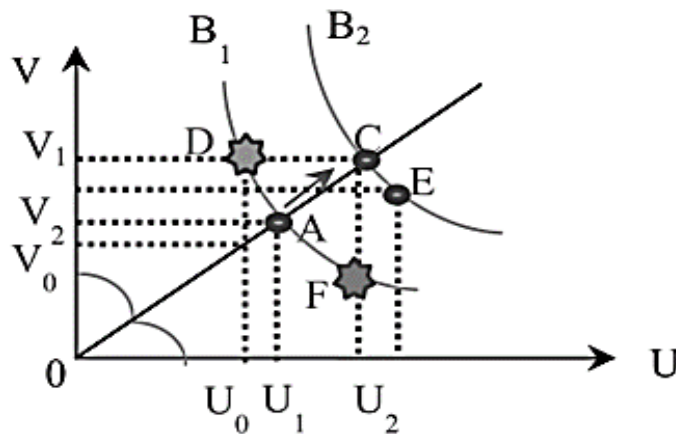


Рис. 2.2.2. Криві Беверіджа

Рухаючись зі стану повної зайнятості без інфляції (точка А) у фазу буму, ситуація на ринку праці досягає положення точка D: обсяг попиту на працю

перевищує обсяг пропозиції праці ($U_2 > U_0$). Фактичне безробіття U_0 менше природнього безробіття U_1 , $(U_1 - U_0)$ - надзайнятість.

т. А: $\sum V = \sum U$, $U_1 = U^*$. т. D $\sum V > \sum U$ об'єм попиту на працю перевищує об'єм пропозицій праці. $U_1 - U_0$ - надзайнятість на фазі буму, U_0 - фактичне безробіття менше природнього безробіття, т. F: $U_2 - U_1 = U_c$ циклічне безробіття. $U \leq U_1$ - стан повної зайнятості (для структури ринку праці, який описується кривою B1).

Напроти, у фазі спаду (т. F) обсяг пропозиції праці перевищує обсяг попиту на працю: кількість безробітних (U_2) перевищує кількість вакансій (V_0), фактичне безробіття U_2 перевищує природнє безробіття U_1 . $(U_2 - U_1)$ характеризує величину циклічного безробіття U_c .

Подальший рух по кривій B1 униз буде означати ріст величини безробіття U при зменшенні кількості вакантних робочих місць V , що означає ріст циклічного безробіття U_c .

Якщо збільшиться природнє (структурне + фрикційне) безробіття, то зросте як величина безробіття U , так і кількість вакансій V : крива B1 зміститься в положення B2, точка А - у положення С: природнє безробіття - U_2 , кількість вакансій $V_2 = U_2$.

Якщо ще й збільшиться циклічне безробіття U_c , то ситуація на ринку праці буде характеризуватися точкою Е, де $U_3 - U_2 = U_c$.

Недоліки моделі:

1. Ця модель статистична, будується на основі статистичних даних;
2. Основний метод одержання даних - метод опитування. Кількість безробітних (як і кількість вакансій) визначається досить неточно;

3. За допомогою цих кривих не можна відокремити фрикційне безробіття від структурної.

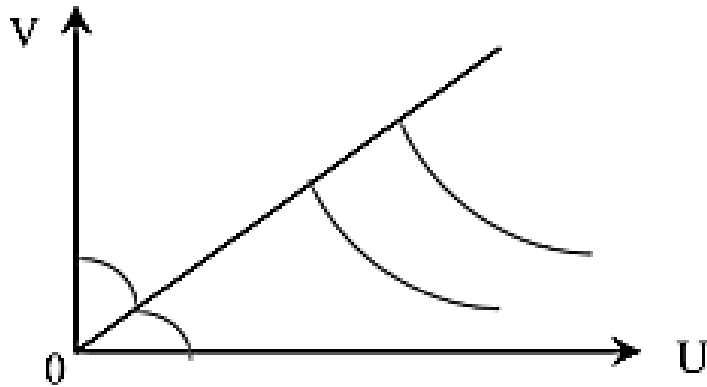


Рис. 2.2.3. Теоретичний вигляд кривої

Тому що повна зайнятість відповідає потенційному ВВП, який по визначенню є максимально можливим при даному обсязі ресурсів (у тому числі робочої сили), то безробіття не може перебувати на рівні нижче природнього рівня (за винятком деяких екстремальних ситуацій начебто війни й т.п.).

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У МІКРО ТА МАКРОЕКОНОМІЦІ

3.1. Практичне застосування Кривої Філіпса для розрахунку та прогнозування макроекономічної стабільності держави

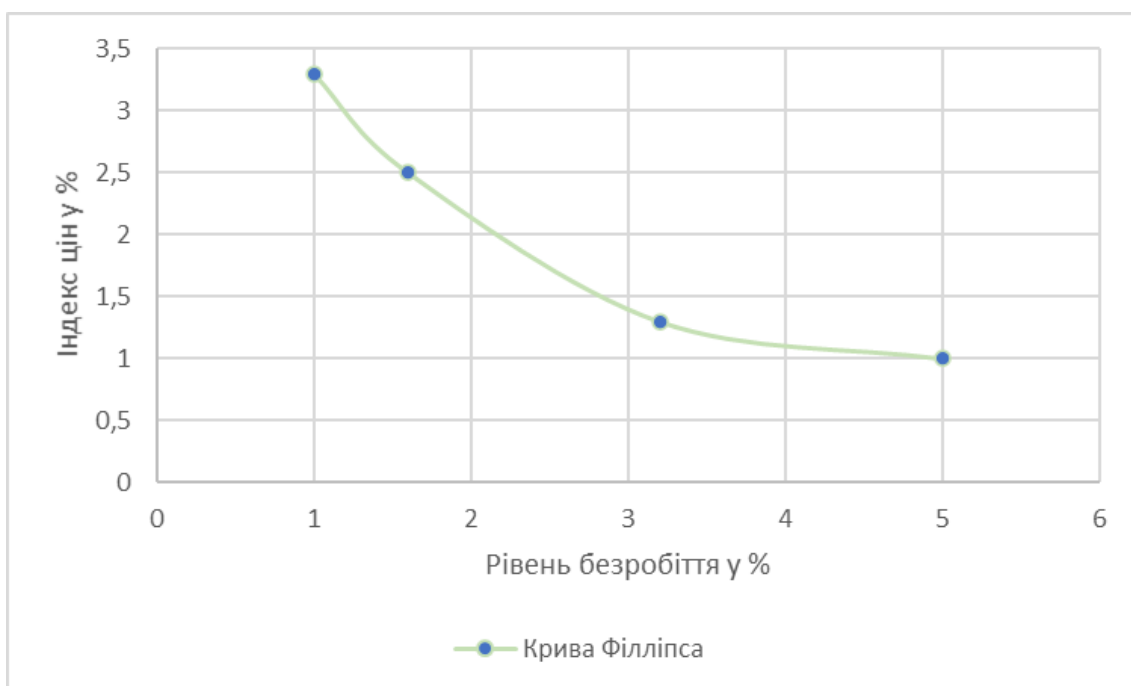
Приклад 1

Нижче наведено дані динаміки безробіття та індексу цін уявної країни. Умовні дані: рівень безробіття та індексу цін. Треба побудувати графік, що характеризує криву Філіпса та описати його.

	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік
Рівень безробіття у %	5	3,2	1,6	1
Індекс цін у %	1	1,3	2,5	3,3

Розв'язок

За даними умови будуємо графік.



Крива Філіпса показує зворотну залежність між інфляцією та безробіттям за низького індексу цін на товари та послуги.

При нормі безробіття 5% та індекс цін 1% – великий рівень безробіття, економіка перебуває на фазі кризи.

Для зниження безробіття держава вживає заходів щодо збільшення попиту (збільшення заробітної плати, державних витрат), і темп інфляції знижується до рівня безробіття 1,6% та індексу цін 2,5%. Щоб уникнути загострення кризи, держава знижує індекс цін до рівня 1,3% і при цьому безробіття збільшується до рівня 3,2%.

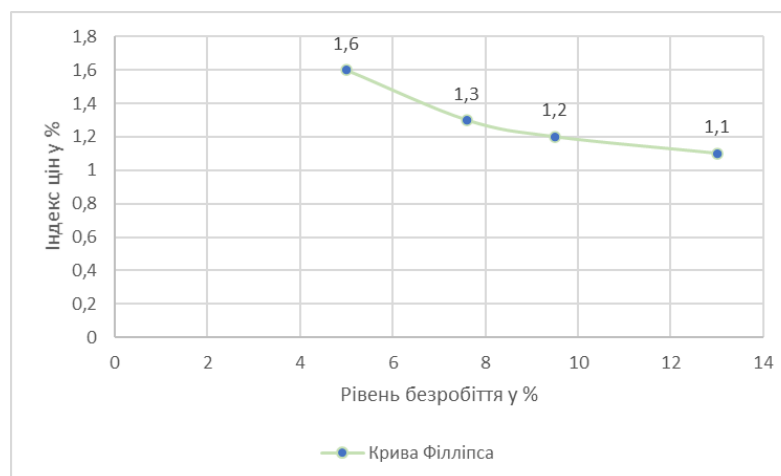
Приклад 2

Нижче наведено дані динаміки безробіття та індексу цін уявної країни. Умовні дані: рівень безробіття та індексу цін. Треба побудувати графік, що характеризує криву Філіпса та описати його.

	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік
Рівень безробіття у %	13	9,5	7,6	5
Індекс цін у %	1,1	1,2	1,3	1,6

Розв'язок

За даними умови будуємо графік.



При нормі безробіття 13% та індекс цін 1,1% – великий рівень безробіття, економіка перебуває на фазі кризи.

Держава для зниження безробіття вживає заходів щодо збільшення попиту, і темп інфляції знижується до рівня безробіття 7,6% та індексу цін 1,3%. Щоб уникнути загострення кризи, держава знижує індекс цін до рівня 1,2% і при цьому безробіття збільшується до рівня 9,5%.

3.2. Особливості вирішення задач макроекономіки за допомогою використання інформаційних технологій

Протягом 2002-2019 років в нашій країні можна спостерігати зниження кількості населення, це обумовлено різноманітними факторами:

- перевищенням смертності над рівнем народжуваності
- міграційними процесами
- військовими діями.

Рівень зайнятості в Україні знаходиться на рівні 56-60%. Найвищий рівень спостерігається у 2013 році – 60,3%, 2013 рік можна охарактеризувати як посткризовий (економічне відновлення).

Для запису показників, розрахунків та побудови графіків буде використане програмне забезпечення Microsoft Excel.

Дані, які характеризують ринок праці України 2009-2019 років наведено в таблиці. 3.2.1.

Залежність між кількістю вакансій та кількістю зареєстрованих безробітних ілюструє крива Беверіджа, що для України представлена на рис.3.2.1.

Таблиця 3.2.1

Окремі показники що характеризують ринок праці України у 2009-2019 рр			
Роки	Кількість безробітних (тис осіб)	Кількість вакансій (тис шт)	Нестача вакансій для працівників,
2009	526,4	67,1	-87,25%
2010	544,9	65,8	-87,92%
2011	482,8	63,9	-86,76%
2012	506,8	59,3	-88,30%
2013	487,7	48,6	-90,03%
2014	512,2	47,5	-90,73%
2015	490,8	35,3	-92,81%
2016	390,8	25,9	-93,37%
2017	354,4	36	-89,84%
2018	341,6	50,4	-85,25%
2019	338,2	58,4	-82,73%

Джерело сформовано за даними [22]

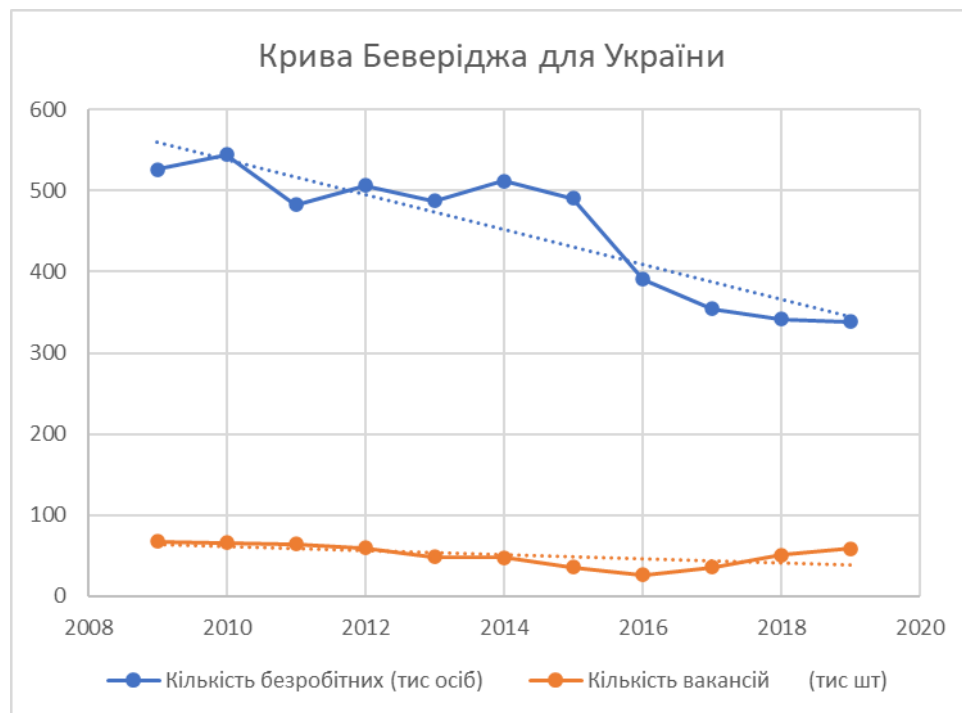


Рис. 3.2.1.Крива Беверіджа для України на основі статистичних даних за 2009-2019 рр.

За лінією тендеру кривої Беверіджа, можна побачити, що є тенденція – коли збільшується кількість безробітних також збільшується кількість вакансій. Це пов'язано з різницею між попитом і пропозицією на українському ринку праці (не відповідність вимогам до вакансій).

У 2010-2019 роках в Україні спостерігається проблема нестачі роботи. Економічно активне населення не має шансів формально знайти роботу, тому виникає проблема дисбалансу ринку праці. Проаналізуємо залежність між інфляції (на основі індексу споживчих цін) та різних рівнів безробіття, які можна розрахувати для українського ринку праці. Вихідні дані розрахунку наведені в таблиці 3.2.2.

Українська економіка характеризується високою волатильністю інфляції, яка виникає через періодичні кризи. На основі аналітичних даних важко зробити чіткий висновок про рівень безробіття. Через велику різницю в даних на першому етапі дослідження необхідно розрахувати коефіцієнти кореляції різних рівнів безробіття та інфляції. Результат розрахунку наведено в табл. 3.3.3.

Кореляційний аналіз допомагає визначити, чи існує зв'язок між показниками в одній чи двох вибірках. Якщо існує певний зв'язок, чи буде збільшення одного параметра спричиняти збільшення іншого параметра (позитивна кореляція) чи зменшення (негативна кореляція). Кореляційний аналіз може допомогти аналітикам визначити, чи можна використовувати значення одного показника для прогнозування можливого значення іншого показника.

Коефіцієнт кореляції представлений R . Він коливається від $+1$ до -1 . Коли коефіцієнт дорівнює 0 , немає лінійної залежності між вибірками.

Для знаходження коефіцієнтів кореляції знов використаємо програмне забезпечення Microsoft Excel. Для знаходження парних коефіцієнтів застосовується функція КОРРЕЛ.

У категорії функцій «Статистичні» обираємо функцію КОРРЕЛ.

Аргумент "Масив 1" - перший діапазон значень – в нашому вимадку це індекс споживчих цін.

Аргумент "Масив 2" - другий діапазон значень – рівень зареєстрованого безробіття, а потім для рівеню безробіття населення працездатного віку в середньому за період, у % до економічно активного населення відповідного віку.

Таблиця 3.2.2.

Індекс споживчих цін та рівні безробіття для ринку праці України за 2001-2019 рр.				
Роки	Індекс споживчих цін, %	Рівень зареєстровано го безробіття, %	Рівень безробіття населення працездатного віку в середньому за період, у % до економічно активного населення відповідного віку	Рівень безробіття населення, у % до економічно активного населення у віці 15-70 років
2001	6,1	3,8	11,7	10,9
2002	-0,6	3,7	10,3	9,6
2003	8,2	3,6	9,1	9,1
2004	12,3	3,5	9,2	8,6
2005	10,3	3,2	7,8	7,2
2006	11,6	2,7	7,4	6,8
2007	16,6	2,3	6,9	6,4
2008	22,3	3	6,9	6,4
2009	12,3	1,9	9,6	8,8
2010	9,1	2	8,8	8,1
2011	4,6	1,8	8,6	7,9
2012	-0,2	1,8	8,1	7,5
2013	0,5	1,8	7,1	7,2
2014	24,9	1,9	9,7	9,3
2015	43,3	1,9	9,5	9,1
2016	12,4	1,5	9,7	9,3
2017	13,7	1,4	9,9	9,5
2018	9,8	1,3	9,1	8,8
2019	4,1	1,2	8,6	8,2

Джерело сформовано за даними [22]

Таблиця 3.3.3.

Кореляційна матриця між показниками безробіття та індексу споживчих цін (на основі даних для України за 2001-2019 рр.)	
Рівень зареєстрованого безробіття	-0,109423
Рівень безробіття населення працездатного віку в середньому за	0,0158183
Рівень безробіття населення у віці 15- 70 років	0,026845

Протягом періоду 2001-2019 рр. можна помітити, що між обраними показниками майже немає кореляції. У цьому випадку робимо висновок, що якщо побудова кривої Філіпса базуватиметься на подібних даних не дасть правильних результатів. Існує слабка негативна кореляція між індексом споживчих цін та рівнем зареєстрованого безробіття, що є типовою ознакою класичної кривої Філіпса. Для двох інших показників безробіття та інфляції існує дуже невелика позитивна кореляція, що не характерно для класичної кривої Філіпса. Надзвичайно низький рівень цієї кореляції у виділений період дозволяє стверджувати, що її не існує, тобто для України необхідно шукати зв'язки між іншими показниками, щоб визначити їх зміни та вплив.

Або спробувати розглянути інший період – менший. Виберемо період 2011-2019.

У таблиці 3.2.4 представлені кореляційні коефіцієнти між індексом споживчих цін та показниками безробіття цін на основі даних для України за 2011-2019 роки.

Таблиця 3.2.4.

Кореляційна матриця між показниками безробіття та індексу споживчих цін (на основі даних для України за 2001-2019 рр.)	
Рівень зареєстрованого безробіття	0,34127292
Рівень безробіття населення працездатного віку в середньому за період	0,64231976
Рівень безробіття населення у віці 15- 70 років	0,67429223

Коли звузили часовий проміжок отримали зовсім інші коефіцієнти. Між усіма показниками можна спостерігати позитивний зв'язок кореляції, а для деяких навіть тісний. З чого випливає висновок - для періоду 2011-2019 років можна побудувати адекватну криву Філіпса.

Криві Філіпса для ринку праці України будемо будувати за допомогою регресійної статистики, яка передбачає побудову кореляційно регресійних моделей зв'язку між двома показниками. Для цього скористаємось програмним забезпечення Microsoft Excel.

Регресійний та кореляційний аналіз – статистичні методи дослідження. Це найбільш поширені способи показати залежність будь-якого параметра від однієї чи кількох незалежних змінних. Показує вплив одних значень (самостійних, незалежних) на залежну змінну.

Розглянемо побудову регресійної моделі в Excel та інтерпретацію результатів для наших даних. Візьмемо лінійний тип регресії.

Модель лінійної регресії має наступний вигляд:

$$y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_kx_k$$

де a - коефіцієнти регресії, x - змінні що впливають, k - число факторів.

У нашій постановці задачі як у виступає показник – індекс споживчих цін, що впливає на рівень зареєстрованого безробіття, рівень безробіття населення працездатного віку в середньому за період, до економічно активного населення відповідного віку, рівень безробіття населення, до економічно активного населення у віці 15-70 років.

У Excel існують інтегровані функції, за допомогою яких можна розрахувати параметри моделі лінійної регресії. Але швидше це зробити використавши надбудову "Пакет аналізу". Її можна активувати у роздіді «параметри Excel», «Надбудови», там треба обрати «Пакет аналізу».

Тепер робимо розрахунки.

ВЫВОД ИТОГОВ									
<i>Регрессионная статистика</i>									
Множественный R	0,109423								
R-квадрат	0,011973								
Нормированный R^2	-0,04615								
Стандартная ошибка	10,49951								
Наблюдения	19								
<i>Дисперсионный анализ</i>									
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>				
Регрессия	1	22,71095	22,71095	0,206014	0,655650635				
Остаток	17	1874,076	110,2398						
Итого	18	1896,787							
<i>Коэффициент стандартной ошибки</i>									
Y-пересечение	14,64268	7,025096	2,084339	0,052526	-0,17898	29,46434	-0,17898	29,46434	
Переменная X 1	-1,28467	2,830371	-0,45389	0,655651	-7,25623	4,68689	-7,25623	4,68689	

Рис. 3.2.1.

В першу чергу звертаємо увагу на R-квадрат та коефіцієнти.

R-квадрат – коефіцієнт детермінації. На Рис 3.2.1. це – 0,0119, чи 1,12%. Це означає, що розрахункові параметри моделі на 1,12% пояснюють залежність між параметрами, що досліджуються. Чим більше коефіцієнт детермінації, тим якісніша модель. У першому розрахунку бачимо що зв'язок дуже слабкий.

Коефіцієнт «Y-перетин» показує, яким буде Y, якщо всі змінні в моделі, що розглядається, будуть рівні 0. Тобто на значення аналізованого параметра впливають і інші фактори, не описані в моделі.

Коефіцієнт «змінна X» показує вагомість змінної X на Y. Тобто рівень зареєстрованого безробіття в межах даної моделі зовсім не впливає на індекс цін із вагою -1,28467. Знак «-» вказує на негативний вплив: чим вищий рівень зареєстрованого безробіття, тим менший індекс цін.

На Рис. 3.2.1. зображено вивід результатів для регресійного аналізу як впливає індекс споживчих цін на рівень зареєстрованого безробіття. Проведемо такі ж розрахунки для інших наших показників. Потім перевіримо адекватність моделей за допомогою критерія Фішера. Структуроємо отримані дані.

Регресійну статистику індексу споживчих цін (інфляції) та безробіття для України наведено в таблиці 3.2.5 та таблиці 3.2.6.

Таблиці 3.2.5

Регресійна статистика індексу споживчих цін та безробіття за 2001-2019 рр.			
Коефіцієнти	Рівень зареєстрованого безробіття, %	Рівень безробіття населення працездатного віку в середньому за період	Рівень безробіття населення у віці 15-70 років
Множинний R	0,109422925	0,015818298	0,026845039
R-квадрат	0,011973377	0,000250219	0,000720656
Стандартна помилка	10,49951377	10,56161963	10,49951377
Спостереження	19	19	19
Y-перетин	14,64267957	10,50764979	9,748453731
Змінна X	-1,284670695	0,12889675	0,227343284
Адекватність моделі за критерієм Фішера	Неадекватна	Неадекватна	Неадекватна

Таблиці 3.2.5

Регресійна статистика індексу споживчих цін та безробіття за 2011-2019 рр.			
Коефіцієнти	Рівень зареєстрованого безробіття, %	Рівень безробіття населення працездатного віку в середньому за період	Рівень безробіття населення у віці 15-70 років
Множинний R	0,341272917	0,642319761	0,674292228
R-квадрат	0,116467204	0,412574675	0,454670009
Стандартна помилка	13,98422771	11,40258931	10,98643628
Спостереження	8	8	8
Y-перетин	-15,67089552	-74,35214451	-80,99419795
Змінна X	17,40671642	9,741834378	10,96416382
Адекватність моделі за критерієм Фішера	Неадекватна	Адекватна	Адекватна

На основі розрахованих результатів можна виявити дві адекватні моделі зв'язку безробіття та інфляції, тому на основі наявних даних можемо побудувати дві криві Філіпса для України з рівнем достовірності результатів 41,25% та 45,41%. Базою обох моделей є статистичні дані за 2011-2019 рр. Але на основі даних періоду 2001-2019 будувати адекватну модель Філіпса для України не вдалося, тому що зв'язки між показниками майже не існують.

Тепер проілюструємо наведені дані. Побудуємо графіки за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel.

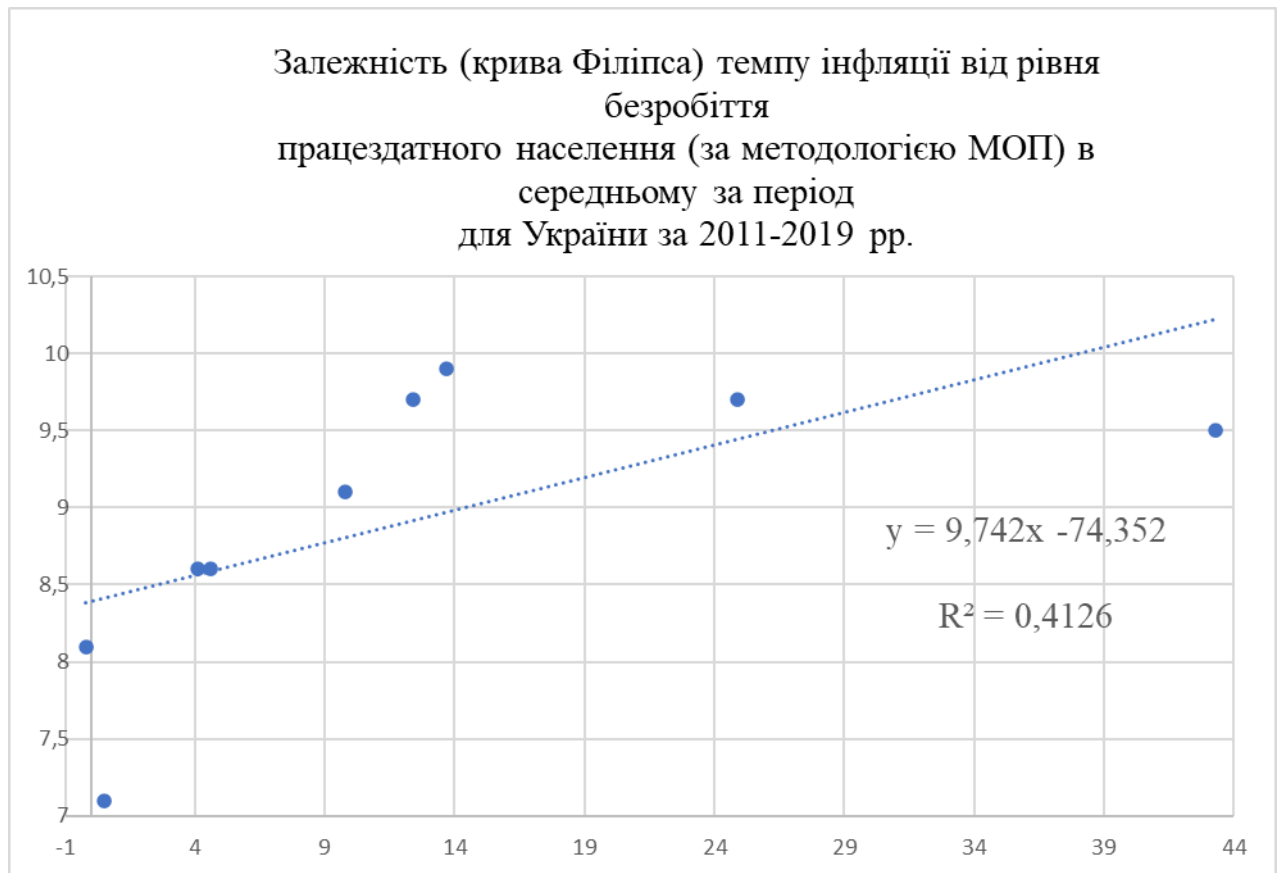


Рис. 3.2.2.

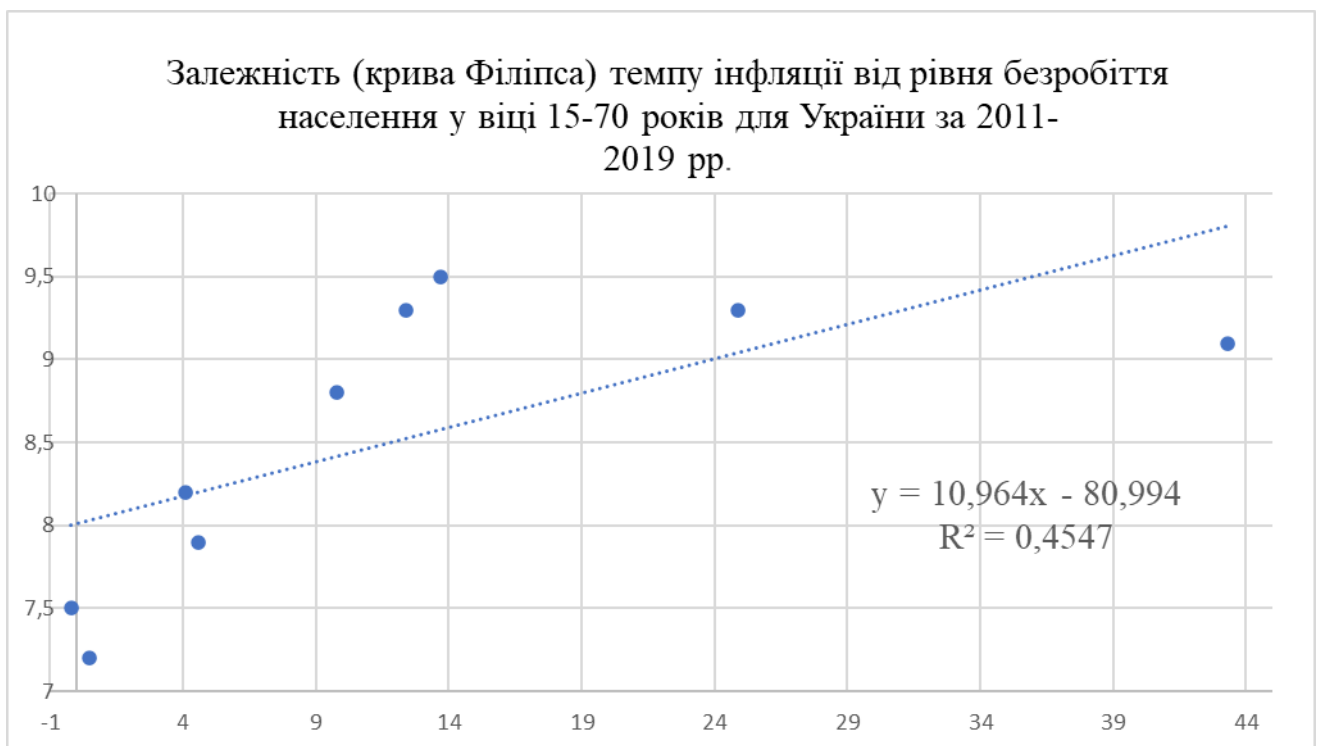


Рис. 3.2.3.

Графіки, наведені на рис. 3.2.2 та рис. 3.2.3, мають вигляд не класичної кривої Філіпса. З чого можна зробити висновок що в Україні є прямий тісний взаємозв'язок між безробіттям та інфляцією. Така ситуація властива для періодів стагфляції (ситуація, в якій економічний спад та депресивний стан економіки (стагнація та зростання безробіття) поєднуються зі зростанням цін – інфляцією).

Такі результати моделювання показують відмінність взаємозв'язків макроекономічних показників у порівнянні з іншими високорозвинутими країнами, це треба враховувати під час реалізації монетарної та інших загальнодержавних політик.

Основними причинами такого взаємозв'язку є дисбаланс на ринку праці, велика кількість іммігрантів та нездатність економіки швидко змінювати фази (спаду і дна економічного циклу).

На основі результатів дослідження взаємозв'язку рівня безробіття та рівня інфляції в Україні виявили певні закономірності. Але у той же час бачимо, що не всі теоретичні закони діють на український ринок.

Побудувавши криву Беверіджа, можна виявити, що існує пряма залежність між кількістю вакансій і кількістю безробітних у країні. Цей зв'язок не характерний для ринку праці, тому відображає дисбаланс між ринковою пропозицією та попитом. По-перше, Україні слід переглянути методіку формування кваліфікації громадян шляхом стимулювання та фінансування професійної підготовки, яка створює вакансії на ринку праці, удосконалити політику працевлаштування та оплати праці, оскільки вимоги претендентів до посад та подальшої заробітної плати є неузгодженими.

Розрахунки кореляційних матриць між показниками безробіття та інфляції дав змогу побачити відсутність кореляційних зв'язків у довгостроковій перспективі (20 років), що показує доцільність реалізації середньострокової

політики на ринку праці, а також додатково підтверджує середньостроковість монетарної політики НБУ, яка зосереджена на утримуванні стабільного рівня цін. У той же час, звужуючи вибірку до 9 років, можна виявити, чи існує зв'язок між різними аналізованими показниками. Наявність таких компаній дає змогу чітко визначати та реагувати на проблеми ринку праці та стимулювати їх розвиток.

Крива Філіпса українського ринку праці була побудована за допомогою пакету регресійної статистики програмного забезпечення Microsoft Excel, що дозволило побудувати модель взаємозв'язку між показниками. В результаті моделювання було отримано дві адекватні моделі – прототип кривої Філіпса для ринку праці України. Зв'язок між характеристиками та показниками буде виражатися прямо, а не навпаки, як це передбачає теоретичний метод кривої Філіпса. Результати також показують, що криза у відносинах між міакроекономічними показниками в Україні, що потребує виваженого застосування при формуванні державної політики у різних сферах, обережного застосування закордонного досвіду, зважаючи на відмінності у теоретичних та прикладних економічних законах окремих ринків, а саме у кризові періоди.

ВИСНОВКИ

Таким чином, використання основ вищої математики у макро та мікро економіці є традиційно головними, а в наші часи, надзвичайно важливими. Зважаючи на практичну важливість у данній роботі потрібно було проаналізувати та дати характеристики деяким економіко-математичним методам прийняття рішень, що нададуть можливість ефективної роботи в будь-якій сфері діяльності.

Зокрема, вирішення економічних завдань тісно пов'язане зі складністю та оберненою функцією об'єкта аналізу та дослідження, що, у свою чергу, вимагає від дослідників більш глибоких знань у сфері застосування різноманітних методів, Побудов відповідних економіко-математичних моделей. Цій проблемі присвячено багато праць вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема: Б.Є.Бачевського, В.В.Вілінського, Г.І.Великіваненко, В.К.Галіцина, Н.Є.Єгорова, А.Б.Камінського, А.І.Лаврушина, Ю.Г.Лисенка, І.Г.Лук'яненка, Є.В. Матвійчук, А. А. Недосєкін, А. П. Ротштейн, А. Д. Шарапова та ін.

Модель будь-якої системи являє собою систему, написану словами, цифрами, математичними символами, графіками та зображеннями тощо.

Математична модель — це сукупність рівнянь, нерівностей, функціоналів, логічних умов та інших взаємозв'язків, що відображають взаємозв'язки та залежності основних характеристик моделюваної системи.

Прикладна математика розробила та ефективно використала засоби математичної оптимізації. Ці фонди формують напрямок сучасної науки: економіко-математичне моделювання (у промисловості), оперативне управління, теорія прийняття рішень.

Будь-яка задача математичної оптимізації зводиться до розробки змістовних формул, математичних моделей (за певним стандартом) та їх комп'ютерної реалізації.

Моделювання економічних об'єктів і створення математичних моделей можуть спростити економічний аналіз виробничого процесу до математичного аналізу та ефективного прийняття рішень.

Економіко-математичні моделі поділяються на:

- статистичні;
- балансові;
- оптимізаційні.

Статистична модель — це модель, яка описує кореляційну та регресійну залежність результатів виробництва від одного або кількох незалежних факторів. Ці моделі широко використовуються для побудови виробничих функцій та аналізу економічних систем.

Балансова модель являє собою збалансовану систему виробництва та розподілу продукції. Балансова модель використовується для встановлення пропорцій і взаємозв'язків при плануванні різних галузей народного господарства.

Оптимізаційна модель являє собою систему математичних рівнянь з цільовою функцією та найкращим розв'язком конкретної економічної задачі.

Класифікація економічних моделей і математичних моделей досить довільна, залежно від характеристик, на яких базується модель.

За функціональною ознакою модель поділяється на модель планування, модель обліку, модель економічного аналізу та модель інформаційного процесу.

За розмірами модель поділяється на макромодель, локальну модель і мікромодель.

Створення макроекономічної моделі полягає у вивченні особливостей національної економіки.

Економіко-математичні моделі відрізняються багатьма характеристиками. Завдання поділяються на три групи на основі вхідної інформації:

- Приймати рішення в умовах повного детермінізму або детермінованих завдань;
- Завдання в імовірнісних детермінованих або випадкових умовах завдання;
- Завдання в невизначених умовах.

У детермінованій моделі результат однозначно залежить від повної та надійної вхідної інформації. Початкові умови та точність даних приводять до чіткого рішення. Проблема випадкового рішення розглядає випадковість деяких (або всіх) явищ і процесів, пов'язаних із проблемою дослідження. Існують випадкові фактори та закони розподілу, і ми знаємо ймовірність. Набір вхідних даних може давати або не давати відповідні результати.

Залежність між темпами безробіття та інфляції представлена кривою Філіпса. Інфляція тут постає як плата за низьке безробіття та високу зайнятість. Держава, використовуючи бюджети, інструменти економічної політики, переводить економіку у становище оптимального темпу інфляції та безробіття. Також необхідно зазначити, що існують кейнсіанський та неокласичний методи регулювання інфляції та безробіття. Різниця цих підходів полягає в наступному: відповідно до кейнсіанської концепції регулювання йде через величину ефективного попиту, а монетарна політика в основному базується на можливості впливу центрального банку на ставку відсотка та грошову пропозицію.

У роботі розглянуто основні поняття Кривого Філіпса, інфляції, безробіття. А також сама крива Філіпса в довгостроковому та короткостроковому періоді та її практичне застосування.

Зауважимо, що задачі макро і мікроекономіки можна розв'язувати, або частково автоматизувати її за допомогою табличного процесора Excel. Excel відноситься до програмного забезпечення загального призначення, тобто його використання не потребує спеціальних знань.

У роботі був проведений аналіз макроекономічних показників інфляції і безробіття за допомогою кривої Філіпса і Беверіджа. Для побудови графіків та розрахнків було використане програмне забезпечення Microsoft Excel. Для вивлізу даних було проведено кореляційно регресивний аналіз.

Проаналізувавши статистичні дані можна зробити висновок, що Графіки (криві), які були представлені, не мають вигляд класичної кривої Філіпса. Тому можна зробити висновок що для України є прямий тісний взаємозв'язок між безробіттям та інфляцією. Така ситуація притаманна для періодів стагфляції (ситуація, в якій економічний спад та депресивний стан економіки (стагнація та зростання безробіття) поєднуються зі зростанням цін – інфляцією).

Результати моделювання показують відмінність взаємозв'язків макроекономічних показників України у порівнянні з іншими високорозвинутими країнами, це треба враховувати під час реалізації монетарної та інших загальнодержавних політик.

Основними причинами такого взаємозв'язку є незбалансованість на ринку праці, високий рівень зовнішньої міграції, економіка неспроможна швидко змінювати свої фази (спаду і дна економічного циклу).

За результатами дослідження взаємозв'язків між показниками безробіття та інфляції для України існують певні закономірності. Але на основі дослідження можна побачити що не всі теоретичні закони працюють для українського ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Андронов И. К. Математика действительных и комплексных чисел. - М.: Просвещение, 1975. - 158 с.
2. Баб'юк М., Петрик М. Основи математичного моделювання та застосування математичних методів у наукових дослідженнях. – Тернопіль: Підручники і посібники. – 1998. – 174 с.
3. Базилевич В. Д. Макроекономіка: Підручник – К.: Знання, 2004. – 851 с.
4. Білецька Л. В. Економічна теорія: Політекономія. Мікроекономіка. Макроекономіка: Навчальний посібник – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 652 с.
5. Блауг М. Методология экономической науки, или Как экономисты объясняют. Пер. с англ. / Науч. ред. и вступ. ст. В.С. Автономова. – М.: НП «Журнал Вопросы экономики», 2004. – 416 с.
6. Блудова Т. В., Мартиненко В. С. Теорія функцій комплексного змінного. - К. Просвіта, 2000. - 472 с.
7. Бугір М.К. Математика для економістів. –Навчальний посібник. – Тернопіль: Підручники і посібники. – 1998. – 520 с.
8. Бурда М. Макроекономіка: Європейський контекст / М. Бурда, Ч. Виплош.; пер. з англ. наук. ред. перекладу С. Панчишина. – К.: Основи, 1998. – 682 с.
9. Варфоломеев В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 208 с.
10. Васильєва Л.В. Використання комп'ютерних технологій для розв'язання оптимізаційних задач в економіці : навч. посібник / Л.В. Васильєва, І.А. Гетьман. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 200 с.

11. Васильків І. М., Карпінський Б. А., Максимук О. В., Шкулка С. К. Вступ до економетрики: Навч. посіб. – Львів: Львівський національний університет ім. І. Франка, 2015. – 280 с. 2. Сингаевская Г. И. Функции в Excel. Решение практических задач. М.: Издательский дом «Вильямс», 2009. – 880 с.
12. Веріан Г. Р. Макроекономіка: Європейський контекст / Г. Р. Веріан.; пер. з англ. С. Слухая. – К.: Лібра, 2006. – 632 с.
13. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч.-метод. посіб. для самот. вивч. дисц./ В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – К.: КНЕУ, 2005. – 306 с.
14. Вітлінський В.В., Наконений СІ., Терещенко Т.О. Математичне програмування: Навч.-метод. посібник для самот. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2001. – 248 с.
15. Вовк В.М. Оптимізаційні моделі економіки : навч. посібник / В.М. Вовк, Л.М. Зомчак. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 318 с.
16. Гайгер Л. Т. Макроэкономическая теория и переходная экономика: Учебник / Л. Т. Гайгер; пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 1996. – 560 с.
17. Гетьман І.А. Використання систем комп'ютерної алгебри для розв'язування математичних завдань / І.А. Гетьман, М.А. Гетьман //Дидактика математики: проблемы и исследования, 2010. – №. 33. – С. 57-61.
18. Дацко М. В. Дослідження операцій в економіці: навч. посіб. / М. В. Дацко, М. М. Карбовник. – Л. : ПАІС, 2009. – 288 с.
19. Державна служба статистики. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
20. Дорнбуш Р. Макроекономіка / Р. Дорнбуш, С. Фішер.; пер. з англ. В. Мусієнко та В. Овсієнко. – К.: Основи, 1996. – 814 с.
21. Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика / В.П. Дьяконов. – М.: Нолидж, 2001. – 1296 с.

22. Економіко-математичне моделювання : навч. посібник / [Клебанова Т. С., Раєвська О. В., Прокопович С. В. та ін.]. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2010. – 352 с.
23. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ “Економічна думка”, 2008. – 704 с.
24. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / А. М. Єріна. – КНЕУ, 2002. – 170 с.
25. Замков О.О., Толстоп’ятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова. – ДИС. – 2004. – 365 с.
26. Занг В.-Б. Синергетическая экономика: Время и перемены в нелинейной экономической теории / Пер. с англ. - М.: Мир, 1999. - 335 с.
27. Ивашевский Л.И. Философские вопросы геологии (диалектика геологического знания). Изд. «Наука», 1979. – 208 с.
28. Клебанова Т. С. Математичні методи і моделі ринкової економіки: навч. посібн. / Т. С. Клебанова, М. О. Кизим, О. І. Черняк та ін. – Х. : ВД "ІНЖЕК", 2009. – 456 с.
29. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей/ Учебное практическое пособие. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 246 с.
30. Козюк В.В. Монетарна політика в глобальних умовах. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2007. – 192 с.
31. Колемаев В.А. Математическая экономика: Учеб. для вузов – М.: ЮНИТИ. – 2002. – 390 с.
32. Количественные методы в экономических исследованиях: Ученик для вузов / Под ред. М.В. Грачевой, Л.Н. Фадеевой, Ю.Н. Черемных. – М.: ЮНИТИДАНА, 2004. – 791 с.

33. Колодницький М. М. Основи теорії математичного моделювання систем. – Житомир, 2001. – 718с.
34. Корольов О.А. Економетрія: Лекції, питання, тести, заочі, ситуації, проблеми: Навч. посіб. – К.: КДТЕУ. 2000.
35. Кулинич О.І. Економетрія. Навчальний посібник. – Хм.: Видавництво «Поділля», 1997. – 115 с.
36. Курбатова Е.А. MATLAB 7 / Е.А. Курбатова. – М.: Диалектика, 2005. – 256 с.
37. Курс экономической теории: Общие основы экономической теории, Микроэкономика, Макроэкономика, Переходная экономика: Учебное пособие / Под ред. А. В. Сидоровича. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, Изд. «ДНС», 1997. – 736 с.
38. Лаврик В.Л. Методи математичного моделювання екології. – К.: Фітосоціоцентр. – 1998. – 132 с.
39. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Підручник. – К.: Товариство «Знання», КОО. 1998. – 494 с.
40. Макконнелл К. Р. Аналітична економія: принципи, проблеми і політика. Частина 1. Макроекономіка / К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю.; пер. з англ. 13-го вид. – Львів: Просвіта, 1997. – 672 с.
41. Макроекономіка та макроекономічна політика: Навч. посіб. / А.Ф.Мельник, Т.Л.Желюк, О.В.Длугопольський, О.В.Панухник. – К.: Знання, 2008. – 699 с.
42. Макроекономіка: Курс лекцій: Навчальний посібник для дистанційного навчання / [В. В. Кириленко, Т. І. Вергелес, К. З. Возний та ін.] / за ред. В. В. Кириленка – Тернопіль: Економічна думка, 2008. – 292 с.
43. Малыхин В. И. Математическое моделирование экономики: Учеб.-практ. пособие. - М.: УРАО, 1998. - 160 с.

44. Манків Н. Г. Макроекономіка / Н. Г. Манків.; пер. з англ. і наук. ред. С. Панчишин. – К.: Основи, 2000. – 588 с.
45. Марюта А. Н., Бойцун Н. Е. Статистические методы и модели в экономике. Монография. – Дніпропетровськ: Пороги, 2002. – 384с.
46. Микроэкономика. Макроекономика: [в 2 т.] / Г. П. Овчинников. – С.-Пб.: Изд. Михайлова В. А., 1997. – . – Т. 1: Микро- и Макроекономика. – 752 с.
47. Мороз В. С., Мороз В. В. Економетрія: Навч. посібник. – Хмельницький: ТУП, 2000. – 166с.
48. Мэнкью Н. Г. Макроекономика / Н. Г. Мэнкью.; пер. с англ. – общ. ред. Р. Г. Емцова, И. М. Албеговой, Т. Л. Леоновой. – М.: Издательство Московского университета, 1994. – 736 с.
49. Мэнкью Н. Г. Принципы макроэкономики: Учебник для вузов / Н. Г. Мэнкью.; пер. с англ. – [2-е изд.]. – С.-Пб.: Питер, 2006. – 576 с. – (Серия «Учебник для вузов»).
50. Наконечний С. І., Терещенко Т.О. Економетрія: Навч.-метод, посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ. 2001. – 192 с.
51. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений. - М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. - 474 с.
52. Нивен А. Числа рациональные и иррациональные. - М.: Мир, 1966. - 196 с.
53. Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Оленев Н.Н. Опыт имитационного моделирования при анализе социально-экономических явлений. – М.: МЗ Пресс, 2005. – 137 с.
54. Панчишин С. М., Островерх П. І., Буняк В. Б. та ін. / За ред. Панчишина С. М., Островерха П. І. Аналітична економія: макроекономіка і мікроекономіка: Підручник: [у 2 кн]– К.: Знання, 2009. – . – Кн. 1: Вступ до аналітичної економії. Макроекономіка. – 723 с.

55. Пинегина М.В. Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие для студентов вузов экономических специальностей/ М.В. Пинегина. – М.: Издательство «Экзамен», 2004. – 128с.
56. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. И доп. М.: Логос, 2001.
57. Пономаренко В. С. Багатовимірний аналіз соціально-економічних систем : навчальний посібник / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець. – Харків : ХНЕУ, 2009. –384 с.
58. Порохня В.М. Моделювання економіки: Моногр.Запоріжжя: ЗДІА. – 2001.
59. Радіонова І. Ф. Макроекономіка: теорія і політика: Підручник / І. Ф. Радіонова. – К.: Таксон,
60. Сакс Дж. Д. Макроекономіка. Глобальний підхід / Дж. Д. Сакс, Ф. Б. Ларрен; пер. с англ. – М.: Дело, 1999. – 848 с.
61. Светуньков И. С. Обратные производственные функции комплексного переменного / Экономическая кибернетика: системный анализ в экономике и управлении: Сборник научных трудов. Вып. № 15 / Под ред. Д. В. Соколова и В. П. Чернова. - СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2007. -- С. 88-93.
62. Светуньков С. Г., Светуньков И. С. Производственные функции комплексных переменных: Экономико-математическое моделирование производственной динамики. - М.: Изд-во ЛКИ, 2008. -136 с.
63. Семюелсон П. А. Макроекономіка / П. А. Семюелсон, В. Д. Нордгауз.; пер. з англ. – К.: Основи, 1995. – 544 с.
64. Сингаевская Г. И. Функции в Excel. Решение практических задач. М.: Издательский дом «Вильямс», 2009. – 880 с.
65. Соболев В.М. Макроекономіка./ В. М. Соболев, – Харьков: Студцентр, 1997. – 238 с.

66. Сокс Дж. Д., Ларрен Ф.Б. Макроэкономика: глобальный подход./ – СПб, 1994.
67. Столяров И.А. Математика и кибернетика в управлении. – М.: «Экономика», 1973. – 79 с.
68. Ульяновченко О. В. Дослідження операцій в економіці / Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Донугаєва. – Харків: Гриф, 2002. – 580с.
69. Чемерис А., Юринець Р., Мищишин О. Методи оптимізації економіці. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 152с.
70. Шелобаев С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ: ДАНА, 2000. - 367 с.
71. Шикин Е. В., Чхартишвили А. Г. Математические методы и модели в управлении: Учеб. пособие. - М.: Дело, 2000. - 440 с.
72. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Н. И. Холод и др.; Под общ. ред. А. В. Кузнецова. - Минск: БГЭУ, 1999. - 413 с.
73. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев и др.; Под ред. В. В. Федосеева. - М.: ЮНИТИ, 1999. - 391 с.

