## 13.8 Моделі соціально-економічних процесів

Соціально-економічні процеси – це такі, в яких беруть участь великі групи людей, або навіть усе населення держави. Відповідно, моделі таких процесів суттєво залежать від національних і соціально-культурних особливостей, економічного і політичного устрою держави, рівня розвитку.

Важливість розробки правильного застосування та інтерпретації моделей соціально-економічних процесів важко переоцінити. Недостатня адекватність моделей і, відповідно, неправильність керівних рішень, які ґрунтуються на цих моделях, впливає на цілі народи, що неодноразово приводило до трагедій і катастроф в історії людства.

### 13.8.1 Модель валового національного продукту

Валовий національний продукт (ВНП) – сукупність усіх вироблених у країні товарів та наданих послуг за рік. Він характеризує кінцеве споживання матеріальних благ і послуг, кінцеві результати економічної діяльності у сфері матеріального і нематеріального виробництва.

ВНП складається з двох частин:

$$\text{ВНП} = \text{ВВП} + \text{С}, \tag{13.45}$$

де ВВП – валовий внутрішній продукт; С – сальдо первинних доходів, отриманих з-за кордону або переданих за кордон.

Існують 3 способи вимірювання ВНП (ВВП):

1. За витратами (метод кінцевого використання);
2. За доданою вартістю (виробничий метод);
3. За доходами (розподільчий метод).

При розрахунку ВНП за витратами підсумовуються витрати всіх економічних агентів, що використовують ВНП (домогосподарств, фірм, держави та іноземців). Фактично мова йде про сукупний попит на вироблений ВНП.

Сумарні витрати можна розкласти на декілька компонентів:

$$\text{ВНП} = C + I + G + NX, \tag{13.46}$$

де C – особисті споживчі витрати, які охоплюють витрати домогосподарств на товари тривалого користування і поточного споживання, на послуги (крім витрат на покупку житла); I – валові приватні внутрішні інвестиції. Містять виробничі капіталовкладення (інвестиції в основні виробничі фонди), інвестиції в житлове будівництво та інвестиції в запаси (ТМЦ); G – державні закупівлі товарів і послуг (будівництво та утримання шкіл, доріг, армії, витрати на національну оборону, зарплату державних службовців і т. д.); NX – чистий експорт. Він дорівнює різниці вартісних обсягів експорту та імпорту.

Рівняння (13.46) називають основною макроекономічною тотожністю або тотожністю національних рахунків.

При підрахунку ВНП виробничим методом підсумовується вартість, додана на кожній стадії виробництва кінцевого продукту. Додана вартість (ДВ) – це різниця між вартістю виробленої продукції і вартістю придбаних сировини і проміжних продуктів.

Величина ВНП у цьому випадку являє собою суму доданої вартості всіх виробників

$$\text{ВНП} = \Sigma\, \text{ДВ} + \text{НП} - \text{ДС}, \tag{13.47}$$

де ДВ – додана вартість; НП – непрямі податки; ДС – державні субсидії.

При розрахунку ВНП за доходами підсумовуються всі види доходів (зарплата, рента, відсотки), а також 2 компоненти, що не є доходами: амортизаційні відрахування і чисті непрямі податки на бізнес (податки мінус субсидії).

За способом отримання доходу в складі ВНП виділяють такі види доходів:

- компенсації за працю за наймом (зарплата, премії);
- доходи власників;
- рентні доходи;
- прибуток корпорацій (що залишається після оплати праці та відсотків за кредит);
- чистий відсоток (різниця між процентними платежами фірм іншим секторам економіки та процентними платежами, отриманими фірмами від інших секторів - домогосподарств та держави).

### 13.8.2 Класична модель економіки

Класична модель макрорівноваги ґрунтується на гіпотезах:

1. рівновага встановлюється в результаті взаємодії ринків ресурсів, товарів, грошей та заощаджень (інвестицій);
2. вихідним у встановленні рівноваги є ринок ресурсів, зокрема, праці;
3. на ринках ресурсів і товарів існує рівень цін, який врівноважує попит і пропозицію, і завдяки цінам відбувається автоматичне очищення ринків як від зайвого попиту, так і від зайвої пропозиції.

Пераховані гіпотези характеризують те, що ринкова економіка урівноважує сукупний попит та сукупну пропозицію. Така гіпотеза ґрунтується на законі Ж. Б. Сея

*Обсяг виробництва = Доходи в суспільстві*

Під доходом, наприклад, від ресурсу “праця” розуміють реальну заробітну плату, виражену в одиницях створеного продукту.

Якщо ж частина доходу не витрачається на купівлю виробленого продукту, то на заощаджені кошти підприємці виробляють інвестиційні товари.

На ринку робочої сили (головного ресурсу у класичній моделі) взаємодіють попит на працю та її пропозиція. Останні є функціями середньої реальної заробітної плати. Попит на робочу силу $Ld$ знаходиться в оберненій залежності від середньої заробітної плати, тобто функція попиту робочої сили є спадною. Пропозиція робочої сили *Ls* знаходиться в прямій залежності від заробітної плати (функція пропозиції на ринку праці є зростаючою). Повна зайнятість на ринку праці встановлюється в точці перетину кривих, тобто в точці рівноваги, де обсяг попиту на робочу силу *Ld* дорівнює обсягу пропозиції робочої сили *Ls*.

У 2010 році Нобелевська премія з економіки присуджена за теорію, яка враховує безробіття і процеси пошуку роботи.

Паралельно з ринком ресурсів існує ринок грошей. Грошова маса впливає на рівень цін, розмір середньої номінальної заробітної плати в економіці, але не визначає обсягів реального продукту, зайнятості та реальної заробітної плати. Попит на гроші *Мд* знаходиться в прямій залежності від обсягу номінального продукту *Yn*, а пропозиція *Ms* є сталою, наперед визначеною величиною.

На товарному ринку за класичною моделлю величина попиту на реальний продукт знаходиться в оберненій залежності від рівня цін, а пропозиція – ні. Тобто, крива попиту має від’ємний нахил, а крива пропозиції − вертикальна пряма. Перетин вказаних кривих визначає рівноваговий рівень цін.

Пристосування попиту до пропозиції на товарному ринку здійснюється завдяки ринку заощаджень (інвестицій). Сукупний попит у замкнутій економіці складається зі споживання *C* та інвестицій I

$$Y = C + I. \tag{13.48}$$

Інвестиції створюються завдяки заощадженням *S*. Відповідність заощаджень інвестиціям $I=S$ забезпечується на ринку заощаджень (інвестицій).

Вирішальну роль у встановленні цієї відповідності (рівноваги) відіграє банківська процентна ставка за депозитами *i*%. У класичній моделі величина заощаджень знаходиться у прямій залежності від процентної ставки, а величина інвестицій обернена до процентної ставки проценту - зростання процента зменшує попит на інвестиції. Точка перетину кривих *S*(*i*%) та *I*(*i*%) відповідає рівноважному рівню ставки.

### 13.8.3 Кейнсіанська модель

Кейнсіанська модель є найбільш поширеним напрямком сучасної макроекономіки. Вона, на противагу класичній, заперечує саморегулювання економіки на макрорівні, для неї характерним є погляд, що рівновага при повній зайнятості ресурсів є не закономірним, а лише випадковим явищем. Навпаки, економіці, яка розвивається без втручання держави, характерні відхилення від рівноваги, безробіття та інфляція. Послаблення негативного впливу останніх здійснюється завдяки державі. Саме кейнсіанська модель лежить в основі теоретичного обґрунтування сучасної економічної політики держави.

Кейнсіанська модель заперечує гнучкість заробітної плати і цін. Окрім того, вважають, що заощадження населення не завжди відповідають інвестиціям підприємців. Рішення про заощадження мотивуються різними чинниками: купівля дорогих речей, оплата житла, забезпечення в старості, бажання дати освіту дітям, на випадок хвороби і не залежить від процентної ставки. Рішення про інвестиції також пов'язані не лише з процентною ставкою. Отже, плани заощаджень і плани інвестицій не збігаються і тому можуть відбуватись коливання загального обсягу виробництва, доходу, зайнятості і рівня цін. Тому ринковий механізм сам без втручання держави не в змозі збалансувати економіку, одночасно забезпечуючи повну зайнятість і повне використання засобів виробництва.

### 13.8.4 Модель демографічних процесів та розвитку популяцій

В сучасній статистиці демографічні моделі використовуються для:

1. отримання кількісних характеристик демографічних процесів та явищ. Особливе значення ці моделі мають при визначенні узагальнювальних характеристик інтенсивності демографічних процесів (середня тривалість життя, коефіцієнт відтворення населення тощо);

2. для вивчення закономірностей та чинників демографічних процесів при виявленні зв'язку між складовими моделей;

3. для демографічного прогнозу.

Найпростіша модель зростання $\dot{x} = kx$ запропонована Мальтусом (для зростання населення Землі). Вона веде, як добре відомо, до експоненціального (тобто дуже швидкого) зростання населення з плином часу. Ця жорстка модель застосовна (зрозуміло, із застереженнями), наприклад, до розвитку науки в 1700-1950 роках (вимірюємо, скажімо, числом наукових статей) (рис. 13.28). Продовження експоненціального зростання науки призвело б до того, що число вчених повинно було б досягти половини населення земної кулі. Зрозуміло, що суспільство не може цього допустити.

Явища насичення відбуваються в будь-якій популяції (і, ймовірно, незабаром відбудуться з людством в цілому): коли населення стає занадто великим, жорстка модель з постійним коефіцієнтом зростання $k$ перестає бути придатною. Природно, при занадто великих $x$ конкуренція за ресурси (їжу, гранти і т. д.) призводить до зменшення $k$, і жорстка модель Мальтуса повинна бути замінена м'якою моделлю $x = k(x)x$ із залежним від населення коефіцієнтом розмноження. Найпростішим прикладом є залежність $k(x) = a - bx$, що веде до так званої логістичної моделі (рис. 13.29): $\dot{x} = ax - bx^2$.

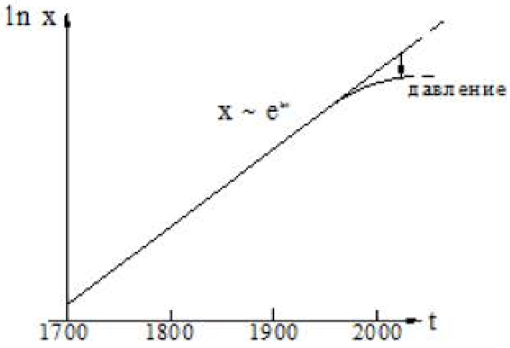
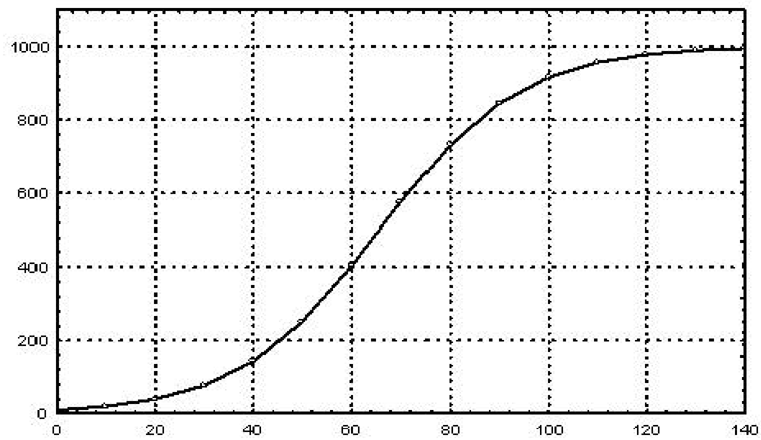



Рисунок 13.28 – Зростання науки




Вибором системи одиниць $x$ і $t$ можна перетворити коефіцієнти $a$ і $b$ в 1, наприклад, $\dot{x} = x - x^2$. Висновки, які будуть зроблені нижче, залишаються (з точністю до числових значень констант) справедливими і при будь-яких значеннях коефіцієнтів $a$ і $b$ і навіть для широкого класу моделей з різними спадними функціями $k(x)$. Іншими словами, подальші висновки стосуються всієї м'якої моделі, а не лише спеціальної жорсткої логістичної моделі.

Модель передбачає, що з плином часу встановлюється стаціонарний (стійкий) режим B: більше населення – воно зменшується (швидкість від'ємна), менше – збільшується.

Логістична модель задовільно описує численні явища насичення. Коли населення мало, вона дуже близька до мальтузіанской моделі. Але при досить великих $x$ (порядку 1/2) спостерігається різка відмінність від мальтузіанського зростання: замість зростання $x$ до нескінченності населення наближається до стаціонарного значення. Населення Землі зараз наближається до 8 мільярдів. Стаціонарне значення (за різними оцінками) 16–20 мільярдів людей.

Логістична модель є звичною в екології. Можна собі уявити, наприклад, що $x$ – це кількість риб в озері або в океані. Якщо здійснюється рибальство з інтенсивністю $\dot{x} = x - x^2 - c$, то обчислення показують, що результат різко змінюється при деякому критичному значенні квоти вилову $c$. Для жорсткої моделі це критичне значення $c = 1/4$, але аналогічні явища мають місце і для м'якої моделі $\dot{x} = x - k(x)x - c$ (критичне значення з в цьому випадку – максимум функції $k(x)x$ Хід еволюції числа риб $x$ з плином часу $t$ зображено на рис. 13.30.

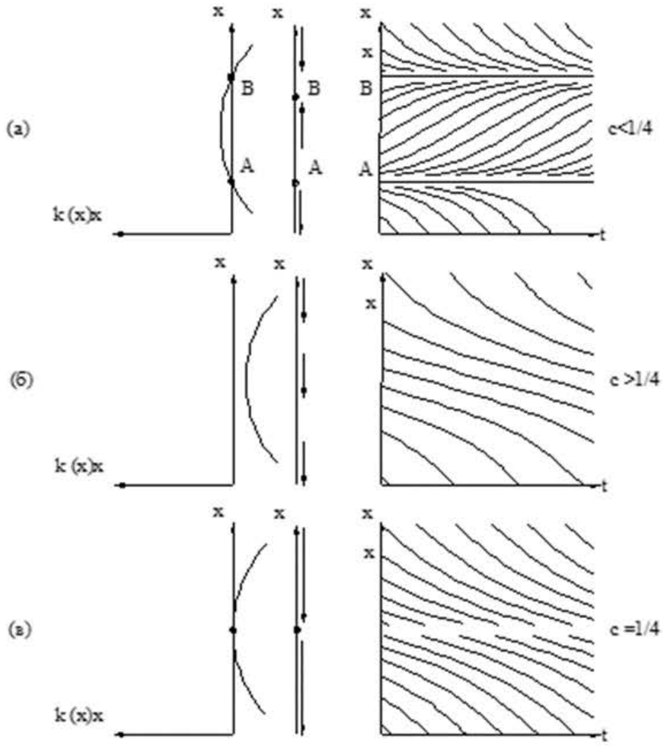


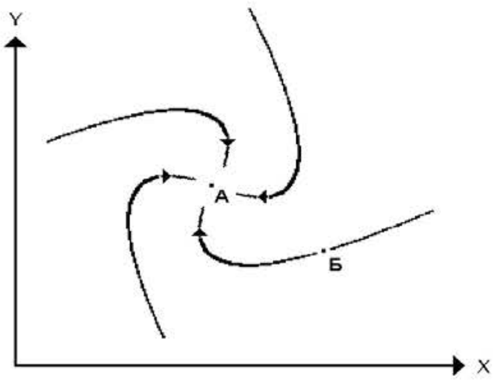

Рисунок 13.30 – Недолов (а), перелов (б), і оптимізація (в) рибальства

Якщо квота замала, то система має два рівноважних стани. Стійкий: популяція в цьому випадку трохи менша, ніж без вилову, але вона відновлюється при малих відхиленнях $x$ від рівноважного значення. Нестійкий: якщо внаслідок яких-небудь причин розмір популяції впаде хоч трохи нижче рівня рівноваги, то надалі популяція, хоча і повільно, буде знищена повністю за кінцевий час. При більших за критичну квотах вилову $c$ популяція $x$ знищується за кінцевий час, як би велика вона не була в початковий момент.

Із сказаного видно, що вибір значення параметра $c$ є надзвичайно важливим моментом управління експлуатацією популяції х.

Ще однією моделлю розвитку популяцій є модель “боротьби за існування” Лотка-Вольтерра (рис. 13.31, яка має вигляд:

$$\dot{x} = ax - cxy,$$
$$\dot{y} = -by + dxy.$$




У цій моделі $x$ – кількість карасів, $y$ – кількість щук, коефіцієнт $a$ описує швидкість природного приросту числа карасів за відсутності щук, $b$ – природне вимирання щук, позбавлених карасів. Імовірність взаємодії карася і щуки вважається пропорційної як кількості карасів, так і кількості щук $(x, y)$. Кожен акт взаємодії зменшує популяцію карасів, але сприяє збільшенню популяції щук (члени $-cxy$ і $dxy$ в правій частині рівняння). Аналіз цієї жорсткої моделі показує, що є стаціонарний стан (А на рис. 13.32). Будь-який інший початковий стан (В) призводить до періодичного коливання чисельності як карасів, так і щук, так що після деякого часу система повертається в стан В.

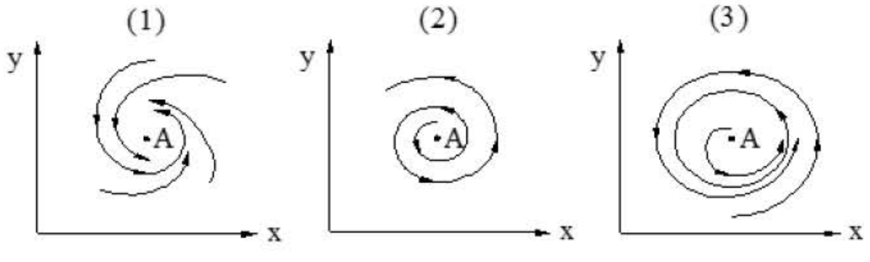



Рисунок 13.32 – М'яка структурно стійка модель боротьби за існування

$$\dot{x} = ax - cxy + \varepsilon f(x, y),$$

$$\dot{y} = -by + dxy + \varepsilon g(x, y),\ \varepsilon << 1,$$

до правих частин додаються малі члени (враховують, наприклад, конкуренцію карасів за їжу і щук за карасів). В результаті висновок про періодичність повернення системи в початковий стан B, справедливий для жорсткої системи Лотка-Вольтерра, втрачає силу. Залежно від вигляду малих поправок $f$ і $g$ можливі, наприклад, сценарії 1–3 (рис. 13.31), які вже структурно стійкі.

У випадку 1 рівноважний стан A стійкий. При будь-яких інших початкових умовах через великий час встановлюється саме цей стан.

У випадку 2 система “йде в рознос”. Стаціонарний стан нестійкий. Еволюція призводить то до різкого збільшення числа щук та до їх майже повного вимирання внаслідок того, що вони з’їли усіх карасів і їсти вже нічого. Така система зрештою потрапляє на ділянку таких великих або настільки малих значень $x$ і $y$, що модель перестає бути застосовною: відбувається зміна законів еволюції, тобто революція.

У випадку 3 у системі з нестійким стаціонарним станом A встановлюється з плином часу періодичний режим C. На відміну від вихідної жорсткої моделі Лотка-Вольтерра, у цій моделі встановлений періодичний режим не залежить від початкових умов. Спочатку незначне відхилення від стаціонарного стану A веде не до малих коливань близько A, як в моделі Лотка-Вольтерра, а до коливань з цілком визначеною амплітудою. Можливі й інші структурно стійкі сценарії (наприклад, з декількома періодичними режимами).

У випадку моделі Лотка-Вольтерра для висновку про те, який же з сценаріїв 1–3 реалізується в даній системі, абсолютно необхідна додаткова інформація про систему (про вигляд малих поправок у формулі).