

Моделювання оновлення способу виробництва малого інноваційного підприємства

В статті проводиться моделювання оновлення способу виробництва малого інноваційного підприємства.

In the article the modeling method of the production updating small innovative enterprises.

Ключові слова: *виробництво, інноваційне підприємство, інновація.*

Вступ. Для подолання кризових явищ в економіці важливим є утвердження інноваційної моделі розвитку. При ефективній інноваційній діяльності і раціональних затратах на неї підприємство поставляє на ринок продукцію, що користується попитом, покращує її якість, знижує затрати на її виробництво. Виходячи з світового досвіду, найбільш поширеною формою організації інноваційної діяльності є малий бізнес, який відрізняється мобільністю, конкурентним кліматом, сприйняттям нововведень.

Постановка завдання Процес становлення малого бізнесу, зокрема інноваційного, протікає в Україні повільними темпами, про що свідчать динаміка кількості малих підприємств, їх галузева структура та кількість зайнятих на таких підприємствах. Відповідно, актуальними є питання моделювання механізмів, що сприятимуть розвитку малих інноваційних підприємств.

Метою даної статті є побудова і дослідження моделі малого інноваційного підприємства, яке здійснює технологічне переоснащення, використовуючи внутрішні резерви та досягнення науково-технічного прогресу.

Результати. Поняття «інновація» в економічну науку було введено Йозефом Шумпетером, який розглядав інновацію як засіб подолання економічної кризи. На основі теорії довгих кон'юнктурних хвиль ділової активності він виявив можливість виводу виробничої системи із кризи, пов'язану не з ростом масштабів діяльності, скороченням витрат, тощо, а з зміною в процесі діяльності за рахунок створення і запровадження інновацій.

По Шумпетеру, за допомогою нововведень підприємство може використовувати нові конкурентні прийоми, які відрізняються від попередніх цінових форм конкуренції.

Під нововведенням Шумпетер розумів «нові комбінації, зміни в розвитку». В своїй праці «Теорія економічного розвитку» він виділяє 5 видів нововведень (термін інновація Шумпетер почав вживати пізніше).

- Введення нового продукту;
- введення нового методу виробництва;
- відкриття нового ринку;
- відкриття нового джерела сировини;
- введення нової організаційної структури в деякій галузі промисловості.

Результати впровадження інновацій виражаються в збільшенні обсягів продаж, збільшенні фондоозброєності, зменшенні собівартості, тощо.

Для малих підприємств, як найбільш вразливих з фінансової і ресурсної сторони суб'єктів господарювання, важливим є пошук альтернативних способів діяльності, використання інновацій. Крім того, існують переваги малого бізнесу, які сприяють ширшому використанню інноваційного підходу . До цих переваг відносяться:

- гнучкість, динамізм, пристосування до мінливостей технологій;
- здатність оперативно створювати нову техніку і технології;
- оперативність в управлінні;
- малий період від прийняття рішень до їх реалізації;
- відкритість доступу та легкість входження до цього сектора економіки.

Таким чином , малі підприємства за своєю суттю є більш схильні до інновацій, ніж великі та середні. Ця якість малого бізнесу широко використовується за кордоном. Так, за даними американського дослідника І. Уотермана, американські малі інноваційні фірми виробляють приблизно в 4 рази більше інновацій на 1 доллар витрат на дослідження і розробки порівняно із середніми фірмами, і в 24 рази більше, ніж великі фірми.

Основними ознаками науково-виробничої діяльності малого інноваційного підприємства є високий рівень науково-дослідних і

конструкторських робіт, значна частка наукового, лабораторного і випробувального обладнання в основних фондах підприємства, високий освітній рівень персоналу, використання найновіших досягнень науково-технічного прогресу.

Розглянемо модель малого підприємства, яке виробляє один продукт, інвестуючи у розвиток частину доходу. Будемо вважати, що час t змінюється неперервно, $t \in [0, T]$, і застосовуватимемо наступні позначення: $X(t)$ — валовий випуск малого підприємства на момент часу t , $L(t)$ — число працюючих; $K(t)$ — виробничі фонди, $C(t)$ — споживання, $I(t)$ — капіталовкладення. Припустимо, що випуск у кожен момент часу визначається лінійно-однорідною виробничою функцією від двох змінних: $X = F(K, L)$.

Введемо наступні ендogenous змінні:

ν - річний темп приросту працюючих;

μ - норма амортизації (частка основних виробничих фондів, що вибули за рік);

ρ - норма накопичення.

Тоді розглянемо наступну модель малого підприємства:

$$X = F(K, L), \quad I(t) = \rho X(t), \quad C(t) = (1 - \rho)X(t).$$

Очевидно, що прибутки і видатки тотожно збігаються:

$$X(t) = I(t) + C(t).$$

Чисельність трудових ресурсів зростає експоненціально:

$$L = L_0 e^{\nu t}.$$

Динаміка зміни капіталовкладень задовольняє наступне диференціальне рівняння:

$$\frac{dK(t)}{dt} = -\mu K(t) + I(t), \quad K(0) = K_0.$$

Оскільки за припущенням виробнича функція є лінійно-однорідною, то можна розглянути агреговану виробничу функцію залежності продуктивності

праці $x = \frac{X}{L}$ від відносного показника $k = \frac{K}{L}$ - фондоозброєності:

$$x = \frac{F(K, L)}{L} = F\left(\frac{K}{L}, 1\right) = f(k). \quad \text{Позначимо:}$$

$$i(t) = \frac{I(t)}{L(t)} \text{ — питомі інвестиції (на одного зайнятого);}$$

$c(t) = \frac{C(t)}{L(t)}$ — невиробниче споживання на одного працюючого.

Модель малого підприємства в відносних показниках має вигляд:

$$\frac{dk(t)}{dt} = -(v + \mu)k(t) + \rho f(k(t)), \quad k(0) = k_0 = \frac{K_0}{L_0},$$

$$x(t) = f(k(t)), \quad i(t) = \rho f(k(t)), \quad c(t) = (1 - \rho)f(k(t)).$$

Кожен абсолютний чи відносний показник змінюється в часі, тому можна говорити про траєкторію системи в абсолютних чи відносних показниках. Траєкторію називають стаціонарною, якщо показники не змінюються в часі:

$$k(t) = k_0 = \text{const}, \quad x(t) = x_0 = \text{const}, \quad i(t) = i_0 = \text{const}, \quad c(t) = c_0 = \text{const}.$$

Неважко показати, що при деяких природних додаткових припущеннях існує деякий постійний рівень k_0 , встановлення фондоозброєності на якому приводить до виходу на стаціонарну траєкторію.

Розглянемо модель фірми, що використовує досягнення науково-технічного прогресу для інноваційних рішень. НТП може проявлятися в еволюційній (поступовій) формі, або революційно — в формі масової зміни технології. В першому випадку його можна відобразити за допомогою виробничих функцій з «повільно дрейфуючим коефіцієнтом» [1].

Нехай технологія малого підприємства задається за допомогою виробничої функції Кобба-Дугласа $X_t = A_0 K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$, тоді функція $f(k)$ має вигляд $A_0 k^\alpha$, і неважко показати, що стаціонарна траєкторія описується значеннями

$$k_0 = \left(\frac{A_0 \rho}{v + \mu} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad x_0 = A_0 (k_0)^\alpha, \quad i_0 = \rho x_0, \quad c_0 = (1 - \rho)x_0.$$

Припустимо, що внаслідок інновації виробнича функція набуває вигляду $X_t = A_1 K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$, де $A_1 > A_0$, і різниця є мірою впливу НТП. Якщо ендогенні показники є однаковими для старого і нового способів виробництва, тобто $v_0 = v_1 = v$, $\mu_0 = \mu_1 = \mu$, $\rho_0 = \rho_1 = \rho$, то після переходу до нового способу виробництва і встановлення стаціонарного режиму отримаємо більші значення параметрів

$$k_1 = \left(\frac{A_1 \rho}{v + \mu} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad x_1 = A_1 (k_1)^\alpha, \quad i_1 = \rho x_1, \quad c_1 = (1 - \rho)x_1.$$

Припустимо, що нововведення здійснюються за рахунок внутрішніх засобів, тобто за рахунок невикористаного фонду невиробничого споживання c_0 . Якщо це споживання можна скоротити до розміру $\bar{c} < c_0$, то ресурси, що звільнилися, можна використовувати для реконструкції. Оскільки при використанні інвестицій існує певний лаг τ , то інвестиції здійснюються в момент $t - \tau$, введення фондів в момент t . Загальний об'єм інвестицій дорівнює: $L(c_0 - \bar{c})\tau$, об'єм вкладень в новий спосіб $V(t) = I(t - \tau)$.

Оскільки старий спосіб уже вичерпав себе, то до початку реконструкції він уже знаходиться в стаціонарному режимі.

Перехідний період розпадається на три етапи.

1. Етап накопичення.

Накопичення відбувається за рахунок скорочення питомого споживання до мінімально допустимого. При цьому в старий спосіб ще нічого не вкладається, діє тільки старий спосіб

$$k(t) = k_0, \quad x(t) = x_0, \quad c(t) = \bar{c}, \quad i(t) = c_0 - \bar{c},$$

$$I(t) = (c_0 - \bar{c})L, \quad V(t) = 0.$$

2. Етап віддачі накопиченого.

На цьому етапі накопичення старого способу в новий починає давати віддачу, одночасно діють два способи. При цьому частина трудових ресурсів використовується для першого способу, частина для другого, тобто відбувається перерозподіл.

Нехай $\theta_i = \frac{L_i}{L}$, $i = 0, 1$ - частка зайнятих в i -му способі виробництва. Для повноцінного впровадження нового способу природно вимагати, щоб його стаціонарна фондоозброєність на перехідному періоді витримувалась на деякому рівні k_{01} , де $k_0 \leq k_{01} \leq k_1$. Тоді виробництво на цьому етапі задається рівностями:

$$k(t) = \theta_0 k_0 + \theta_1 k_1, \quad x(t) = \theta_0 x_0 + \theta_1 x_1, \quad c(t) = \theta_0 c_0 + \theta_1 c_1.$$

Фонди нового способу задовольняють диференціальне рівняння:

$$\frac{dK_1}{dt} = -(v + \mu)K_1 + \rho A_1 K_1^\alpha L_1^{1-\alpha} + (c - \bar{c})L, \quad K_1(\tau) = 0.$$

Якщо врахувати, що $K_1 = k_1 L_1$, то маємо рівняння:

$$\frac{dL_1}{dt} = -(v + \mu)L_1 + \rho A_1 k_1^\alpha L_1 + \frac{(c_0 - \bar{c})L}{k_{01}},$$

$$\text{або } \frac{dL_1}{dt} = bL_1 + m, \text{ де } b = (v + \mu) \left[\left(\frac{k_1}{k_{01}} \right)^{1-\alpha} - 1 \right], \quad m = \frac{(c_0 - \bar{c})L}{k_{01}}.$$

Рівняння має наступний розв'язок:

$$L_1(t) = \frac{me^{b(t-\theta)} - 1}{b} = \frac{(c_0 - \bar{c})L(e^{b(t-\theta)} - 1)}{(v + \mu)k_{01} \left[\left(\frac{k_1}{k_{01}} \right)^{1-\alpha} - 1 \right]}.$$

Звідси частка ресурсів, зайнята в новому способі виробництва, дорівнює:

$$\theta_1(t) = \frac{(c_0 - \bar{c})(e^{b(t-\theta)} - 1)}{(v + \mu)k_{01} \left[\left(\frac{k_1}{k_{01}} \right)^{1-\alpha} - 1 \right]}.$$

Отже, частка нового способу в використанні трудових ресурсів експоненційно зростає.

Момент закінчення перехідного процесу T знайдемо з умови $\theta_1(T) = 1$, яка означає закінчення перетікання трудових ресурсів в новий спосіб.

Маємо рівняння:

$$\frac{(c_0 - \bar{c})(e^{b(t-\theta)} - 1)}{(v + \mu)k_{01} \left[\left(\frac{k_1}{k_{01}} \right)^{1-\alpha} - 1 \right]} = 1.$$

Розв'язком даного рівняння буде :

$$T = \tau + \frac{\ln \left(\frac{1 + (v + \mu)k_{01} \left[\left(\frac{k_1}{k_{01}} \right)^{1-\alpha} - 1 \right]}{c_0 - \bar{c}} \right)}{(v + \mu) \left[\left(\frac{k_1}{k_{01}} \right)^{1-\alpha} - 1 \right]}.$$

Дана рівність дає змогу проаналізувати час закінчення перехідного етапу, який залежить від ендогенних змінних. Якщо $\tau < T < 2\tau$, то має прискорений перехідний етап, якщо $T \geq 2\tau$, то маємо сповільнений перехідний процес.

3. Етап закінчення процесу.

При $t > T$ повністю закінчено введення фондів нового способу за рахунок накопичення старого. Новий процес розвивається за рахунок власних інвестицій. Після повного витіснення старого способу з моменту $t = T$ починається звичайний перехідний процес для нового способу від фондозброєння $k(t) = k_{01}$ до стаціонарного фондоозброєння k_1 .

Висновки. Таким чином, дана модель дає змогу обрати стратегію стійкого розвитку малого підприємства між двома крайніми напрямками економічного розвитку: орієнтацію на прискорену технологічну модернізацію для завоювання в перспективі нових ринків і нарощення поточного розвитку з майбутнім технологічним відставанням. Параметрами вибору є відносне зниження частки доходу, виділеної для внутрішнього споживання, а також проміжне значення фондоозброєності для нового способу виробництва.

Серед можливих напрямків розвитку запропонованої моделі зазначимо такі: вплив залучення зовнішніх інвестицій і запозичень; врахування прискореної реалізації виведених з вжитку фондів; дослідження інших варіантів однорідних виробничих функцій.

Література

1. Колемаев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов.- М.:ЮНИТИ,1998.-240 с.
2. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навчальний посібник.-К.: КНЕУ. 2003.-408 с.
3. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических измерений. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000.-474 с.
4. Шумпетер Й. Теория экономического развития.- М.: Прогресс, 1982.- 455с.