

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-56-79>

УДК 330.1

Пенцак Євген Ярославович

кандидат фізико-математичних наук, PhD з економіки,
доцент кафедри менеджменту організацій,
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6899-3454>

Галасюк Віктор Валерійович

доктор економічних наук,
начальник відділу модернізації механізмів управління економіки,
Державний науково-дослідний інститут
інформатизації та моделювання економіки;
ад'юнкт-професор,
Києво-Могилянська бізнес-школа
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0467-4956>

Мальцев Едуард Анатолійович

кандидат технічних наук,
доцент кафедри менеджменту організацій,
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8475-8457>

Щербина Ольга Володимирівна

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту організацій,
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6857-2505>

Yevhen Pentsak

National University of Kyiv-Mohyla Academy

Viktor Halasiuk

The State Research Institute of Informatization and Economic Modelling;
Kyiv-Mohyla Business School

Eduard Maltsev, Olga Shcherbyna

National University of Kyiv-Mohyla Academy

**ЕКОНОМІЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ
ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ЖИТТЯ****THE ECONOMIC APPROACH
TO LIFE STRATEGY OPTIMIZATION**

Анотація. У даній статті розглядається економічна проблема ефективного управління вартістю людського капіталу та загального рівня задоволення від життя економічного агента шляхом оптимізації вибору його рівня зусиль та рівня освіти в залежності від його здібностей. Кожна людина (економічний агент) прагне так управляти своїм життям, щоб отримати від життя максимальне задоволення, що виражається як приведені значення задоволення економічного агента від його рівня споживання впродовж життя з врахуванням певного рівня дискомфорту (незадоволення) від прикладених ним зусиль. У роботі продемонстровано, як з допомогою чисельних методів оптимізації можна вирішувати складні задачі динамічного програмування, що відповідають широкому спектру економічних задач, пов'язаних з вирішенням проблем оптимальної економічної поведінки людей на тривалих горизонтах з врахуванням їх здібностей, досвіду та прикладених зусиль.

Ключові слова: здібності, навички, досвід, зусилля, людський капітал, функція корисності, функція вигорання, динамічне програмування, приведена вартість.

Summary. This paper examines the economic problem of effectively managing the value of human capital and the overall life satisfaction of an economic agent by optimizing the choice of effort and education levels, depending on the agent's innate abilities. Every individual (economic agent) seeks to manage their life in a way that maximizes overall satisfaction from living. In economic modeling, this life satisfaction is often represented as the present value of lifetime utility, which reflects the agent's level of consumption over the life cycle, adjusted for the disutility (or discomfort) arising from the continuous effort required to generate that stream of consumption. Individuals are born with different levels of innate abilities and endowments that evolve throughout life as they accumulate experience and skills, and as they choose their educational trajectory, which further affects their labor productivity through the acquisition of additional knowledge. Thus, at a young age, the economic agent is interested in solving an optimization problem of effort allocation that maximizes the lifetime utility function. All factors influencing an agent's labor productivity determine their wage level and corresponding consumption level, both of which evolve dynamically throughout life. Therefore, each economic agent seeks to optimally balance their effort while accounting for the burnout effect, so that their life trajectory maximizes overall life satisfaction. The study demonstrates how numerical optimization methods can be employed to solve complex dynamic programming problems corresponding to a wide range of economic models addressing the issues of optimal intertemporal behavior of economic agents over long horizons, taking into account their abilities, experience, and exerted efforts. The study places particular emphasis on deriving the optimal life strategy for economic agents with low initial endowments, given their ability endowments, and develops policy-relevant recommendations aimed at enhancing the value of their human capital. The paper demonstrates how the specification of alternative models of the income function and the cost of effort, as well as the inclusion of burnout effects resulting from excessive effort, shape the diversity of behavioral patterns exhibited by economic agents over the life cycle.

Keywords: abilities, skills, experience, efforts, human capital, utility function, burnout function, dynamic programming, present value.

Постановка проблеми. У роботі досліджується проблема гнучкого формулювання та розв'язання задачі динамічного програмування, яка визначає оптимальну економічну життєву траєкторію індивіда з метою досягнення максимального рівня задоволення від життя. Модель враховує такі ключові характеристики економічного агента, як його здібності, накопичений досвід і рівень прикладених зусиль, а також їх взаємодію протягом життєвого циклу.

Важливою властивістю економічних моделей оптимізації життєвих траєкторій є здатність адекватно відтворювати емпірично спостережувані закономірності. Зокрема, у моделях формування вартості людського капіталу суттєве значення має взаємозв'язок між природними здібностями індивіда та його рішеннями щодо інтенсивності зусиль у різні періоди життя. До важливих емпіричних фактів належить і типовий динамічний профіль зусиль: їх поступове зростання у молодому віці, досягнення максимуму у віці 35–45 років та подальше поступове їх зниження до пенсійного періоду.

Основну увагу у роботі зосереджено на побудові та розв'язанні моделей оптимального управління зусиллями економічних агентів із низьким початковим рівнем здібностей, для яких зусилля істотно впливають на рівень доходу, з урахуванням ефекту вигорання від надмірних навантажень. Розробка таких гнучких моделей оптимальних життєвих траєкторій, що базуються на ендегенному виборі зусиль, створює аналітичні передумови для формування ефективних політик у сфері загальної та професійної освіти, спрямованих на підвищення вартості людського капіталу й мінімізацію негативних наслідків вигорання протягом життєвого циклу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Спочатку увійдемо в економічний контекст проблеми, що досліджується у даній статті. Для простоти розглянемо певного економічного агента, який докладає максимум зусиль до своєї праці, щоб отримати кращий економічний результат. У економічного агента є певний стартовий капітал (k_0), який може бути матеріальним і нематеріальним, і його технологія виробництва протягом одного періоду (наприклад, один рік) описується функцією $f(k)$. У кожний період часу t економічний агент вирішує, яку частину результату від своєї економічної діяльності $f(k_t)$ відправити на своє споживання c_t , а яку частину – на інвестиції у зростання капіталу (i_t). Економічний агент також може думати про формування свого пенсійного рахунку у формі певного рівня заощаджень (s_t) протягом кожного періоду і їх інвестування у різні фінансові інструменти, щоб сформувати свій пенсійний фонд на момент виходу на пенсію. Ще важливо розуміти, що для досягнення економічного результату у вигляді $f(k)$ економічний агент повинен прикладати певних зусиль (e_t), які будуть формувати також його функцію витрат або певний рівень незадоволення, який потрібно враховувати при такому економічному моделюванні. І цей рівень зусиль економічного агента у кожному періоді повинен визначатись його здібностями (a_t) і досвідом (x_t). Отже, функція $f(k)$ є багатовимірною та досить складною, щоб врахувати всі припущення, що стосуються поведінки кожного економічного агента, його різноманітних здібностей, управління його часом та зусиллями. Складніші економічні моделі динамічного програмування, що враховують оптимальний вибір освіти та зусилля для її отримання ми залишимо за рамками розгляду у даній роботі.

Існує велика кількість книг і публікацій на тему загальних підходів до вирішення економічних задач методами динамічного програмування, що вимагають глибокого розуміння математичних методів та інструментів топології, функціонального аналізу, диференційного та стохастичного числення тощо, особливо, коли це стосується питань існування та єдиності розв'язку таких задач, а не лише їх знаходження. Основною книгою тут можна вважати книгу «Рекурсивні методи економічної динаміки» [1], одним з авторів якої є Роберт Лукас – один з найвпливовіших економістів XX століття. Саме на основі робіт Роберта Лукаса, зокрема, його роботи у співавторстві [1], було побудовано оптимізаційну модель управління зусиллями економічного агента у даній статті.

Проте основним фокусом цієї статті є формулювання задачі динамічного програмування у вигляді, який би враховував такі характеристики і аспекти поведінки економічного агента, як його здібності, досвід та вибір зусиль, які формуватимуть життєву траєкторію економічного агента і його рівень задоволення від життя.

У роботі Х. Фана, А. Сешадри та К. Табера [2] аналізується вплив зусиль на вартість людського капіталу для економічних агентів з середніми здібностями і непоганою базовою освітою. А стаття Д. Демінга та М. Силімана [3] присвячена аналізу оптимального управління людським капіталом для економічних агентів з високим рівнем здібностей. На відміну від робіт [2] та [3] дана стаття аналізує оптимальні економічні стратегії життя для економічних агентів з низьким рівнем початкових здібностей, для яких їх функція переважно визначається як функція від рівня прикладених ними зусиль.

Існує багато сучасних досліджень того, як оптимізація освіти та зусиль з урахуванням вроджених здібностей економічних агентів впливають на їх економічні результати та добробут. Значна частина робіт вказує важливості інтеграції міждисциплінарних підходів до формування рекомендацій щодо розробки ефективних політик, спрямованих на підвищення розвитку людського капіталу та рівня задоволення життям людей з низьким рівнем формальної освіти [4, 5, 6].

У роботі застосовано методи аналізу та синтезу, методи динамічного програмування, а також чисельні методи розв'язання оптимізаційних задач з обмеженнями.

Метою статті є розгляд однієї з базових економічних моделей оцінки вартості людського капіталу та прорахунку оптимальної траєкторії зусиль економічного агента впродовж його життєвого циклу з допомогою чисельних методів оптимізації динамічного програмування. У рамках заданої моделі було розглянуто декілька різних специфікацій функції доходу, функцій витрат на зусилля, а також функцій вигорання з метою демонстра-

ції гнучких підходів до моделювання компонент основної моделі визначення вартості людського капіталу економічного агента. У роботі ми сфокусуємось на прорахунку оптимальних траєкторій для економічних агентів з низьким рівнем здібностей, що не мають високого рівня освіти і в основному їх дохід визначає рівень прикладених зусиль, що має обмежений вплив на їх щоденну оплату праці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з важливих елементів постановки задач динамічного програмування є вибір горизонту планування та функції корисності від споживання $U(c)$ даного економічного агента. У цій статті ми зупинимось лише на скінченних горизонтах планування та моделях з дискретним часом з інтервалом один рік. Для прикладу формалізуємо постановку задачі динамічного програмування для економічного агента, який займається плануванням своїх зусиль впродовж активного життєвого періоду до моменту виходу на пенсію через T років, якщо на даний момент часу $t=0$ у нього немає жодних заощаджень ($S_0 = 0$), і k_0 – його стартовий капітал:

$$\max_{c_t, s_t, i_t} \left(\sum_{t=1}^T \beta^t \times U(c_t) + \beta^T \times U(S_T) \right) \quad (1)$$

при виконанні умов

$$\begin{aligned} c_t + s_t + i_t &= f(k_{t-1}) \\ k_t &= \beta \times k_{t-1} + i_t \\ S_t &= S_{t-1} \times (1 + r) + s_t \\ c_t &\geq 0, s_t \geq 0, i_t \geq 0 \end{aligned}$$

У цьому формулюванні проблеми (1) параметр $\beta < 1$ визначає знецінення капіталу та функції задоволення економічного агента, а параметр r – коефіцієнт приросту його заощаджень. Якщо вербалізувати постановку задачі (2), то нам потрібно знайти такий спосіб перерозподілу результатів роботи економічного агента, що виражається функцією $f(k)$ протягом кожного періоду його життя до моменту виходу на пенсію, між споживанням, заощадженнями та інвестиціями в капітал, щоб максимізувати значення функції задоволення від споживання та заощаджень $\beta^T \times U(S_T)$ на момент часу T виходу на пенсію. Практично кожна людина зацікавлена у вирішенні для себе задачі (1), щоб визначити свою персональну оптимальну економічну траєкторію життя.

Людський капітал зазвичай трактують як нематеріальний актив, який генерує дохід (наприклад, у вигляді заробітної плати), накопичується через освіту, професійний досвід та тренінги, знецінюється з часом (наприклад, через старіння або втрату актуальності знань). Під вартістю людського капіталу розуміють потенційний дохід, який особа може принести в майбутньому, з урахуванням її освіти, професійних навичок, здоров'я тощо. Один з основоположників досліджень

в сфері економіки праці та людського капіталу, американський економіст Джеймс Гекман, в одній зі своїх робіт [7] стверджує, що обидва типи здібностей, когнітивні та некогнітивні, є важливими для пояснення різноманітних результатів вартості людського капіталу економічних агентів різної статі на різних ринках. У багатьох роботах з економіки праці розглядають динамічну економічну модель, в якій зусилля працівника на роботі генерують стрес, який накопичується з часом [9]. Ще одним важливим елементом моделювання вартості людського капіталу є включення в модель функції витрат щодо прикладених зусиль економічним агентом для досягнення результату [8, 9].

Однією з найпростіших економічних моделей оцінки вартості людського капіталу (НС) є наступна модель:

$$HC(\{e_t\}) = \sum_{t=1}^T \frac{E(a, x_t, e_t) - C(e_t)}{(1+r)^t} \quad (2)$$

де a – здібності;

x_t – досвід на момент часу t ;

e_t – зусилля в періоді t ;

$E(a, x_t, e_t)$ – функція доходу, що залежить від здібностей, досвіду та зусиль;

$C(e_t)$ – функція вартості зусиль;

r – дисконтна ставка;

T – горизонт планування (наприклад, час до виходу на пенсію).

Різні специфікації стартових умов економічного агента, наприклад, його здібностей, а також функціональні форми, що виражають його дохід $E(a, x_t, e_t)$, функцію вартості його зусиль та функцію вигоряння призводять до різних оптимальних паттернів поведінки, що виражаються різним рівнем прикладених зусиль впродовж життєвої траєкторії економічного агента $\{e_t\}_{t=1}^T$.

При цьому в рамках моделі (2) розглядають різні специфікації функції доходу економічного агента, наприклад

$$E(a, x_t, e_t) = \theta_0 + \theta_1 \cdot a + \theta_2 \cdot x_t + \theta_3 \cdot x_t^2 + \theta_4 \cdot e_t + \theta_5 \cdot a \cdot e_t \quad (3)$$

Зокрема, компонента $\theta_5 \cdot a \cdot e_t$ в (3) вказує на те, що здібні люди ефективніше трансформують зусилля в доходи. Інший, альтернативний варіант функції доходу може бути такий:

$$E(a, x_t, e_t) = \theta_0 \cdot \ln(1 + \theta_1 \cdot a \cdot \sqrt{x_t} \cdot e_t), \quad (4)$$

де θ_0, θ_1 – деякі індивідуальні параметри економічного агента, де θ_0 визначає базовий рівень заробітної плати.

Функцію вартості зусиль часто моделюють у вигляді

$$C(e_t, \gamma, \omega, \varphi) = \gamma \cdot e_t^\omega + \varphi \cdot CE_t, \quad (5)$$

де γ, ω – індивідуальні параметри втомлюваності економічного агента, CE_t – кумулятивний ефект від зусиль, тобто $CE_t = \sum_{i=1}^t e_i$, і φ – коефіцієнт

вигоряння. Досвід у моделі (1) можна описувати як динамічну характеристику

$$x_{t+1} = x_t + f(t, e_t), \quad (6)$$

тобто, коли накопичення досвіду не є пов'язаним лише з часом, але й з зусиллями економічного агента.

Таким чином, економічний агент розв'язує задачу динамічного програмування

$$\max_{\{e_t\}_{t=1}^T} HC(\{e_t\}), \quad (7)$$

де $HC(\{e_t\})$ визначається формулою (1).

Важливою характеристикою економічних моделей є їх гнучкість і здатність моделювати і відтворювати певні емпіричні явища. Зокрема, у економічних моделях вартості людського капіталу нам важливо, щоб спостерігався зв'язок між здібностями людини і її рішеннями щодо рівня прикладених зусиль впродовж життєвої траєкторії з метою збільшення її вартості людського капіталу. Також важливим емпіричним фактом є поступове нарощення зусиль у молодому віці й досягнення піку у віці 35–45 років і потім поступове зменшення зусиль до досягнення пенсійного віку. Також важливо розуміти, що не всім економічним агентам підходить тривала освіта, яка може зменшувати їх вартість людського капіталу, а таким економічним агентам більше підходить коротка професійна освіта в сфері робітничих професій тощо, як це вже впроваджено в сфері освітньої політики багатьох європейських країн. Саме такі економічні моделі з невисоким рівнем початкових здібностей і вагомого впливу зусиль на доходи економічного агента з врахуванням ефекту вигоряння ми розглядаємо в даній статті.

Приклад 1. Ми розглядаємо модель (1) з такими специфікаціями функцій $E(a, x_t, e_t)$, $C(e_t, \gamma, \varphi)$ і x_t :

$$E(a, x_t, e_t) = \theta_0 + \theta_1 \cdot a + \theta_2 \cdot x_t + \theta_3 \cdot (2-a) \cdot x_t^2 + \theta_4 \cdot e_t + \theta_5 \cdot a \cdot e_t \quad (8)$$

$$\theta_0 = 20000, \theta_1 = 5000, \theta_2 = 1400, \theta_3 = -150, \theta_4 = 4000, \theta_5 = 2000;$$

$$(e_t, \gamma, \varphi) = \gamma \cdot e_t^2 + \varphi \cdot CE_t \quad (9)$$

$$CE_t = \sum_{i=1}^t e_i, \gamma = 500, \varphi = 500;$$

$$x_0 = 3, x_{t+1} = x_t + 1. \quad (10)$$

Ми також припускаємо, що $0 \leq e \leq 1, 0.5 \leq a \leq 1.5, T = 30, r = 0.04$. зауважимо, що у даній специфікації моделі високим вважається значення a , коли воно перевищує значення 1.5.

Ми будемо вирішувати оптимізаційну проблему (7) для різних значень здібностей економічних агентів, зокрема для $a = 0.8, a = 1.0$ та $a = 1.2$. Для розв'язання поставленої задачі було використано методи багатовимірної нелінійної оптимізації в середовищі Matlab. Результати оптимізації ми візуалізували на рис. 1.

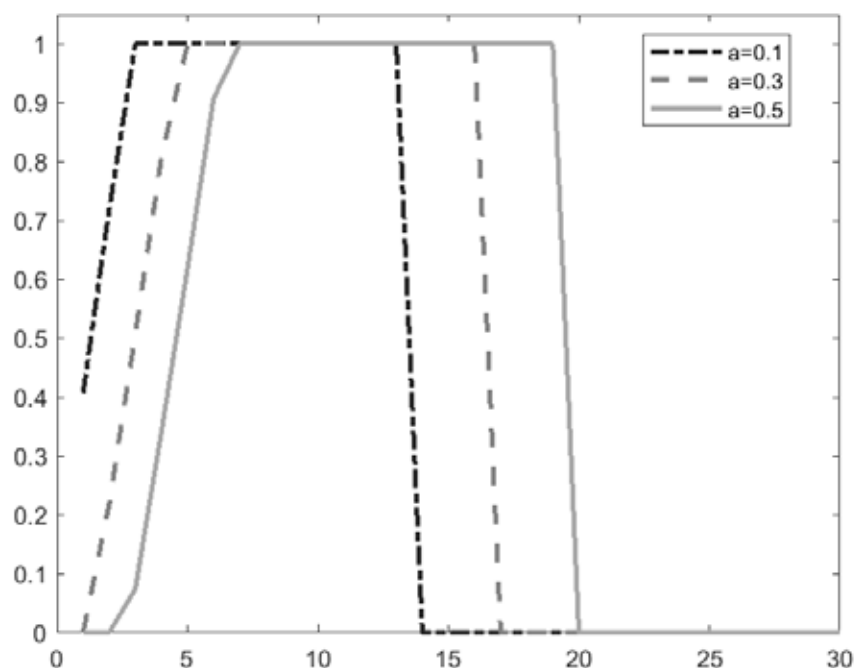


Рисунок 1 – Оптимальні траєкторії зусиль для економічних агентів з різними значеннями параметра a , що описує їх здібності

Джерело: розраховано і побудовано авторами

З рис. 1 ми бачимо, що економічний агент з найнижчим параметром здібностей $a = 0.8$ обирає відразу в молодому віці протягом перших трьох років роботи вийти на рівень зусиль $e = 1$, потім 10 років прикладати цей найвищий рівень зусиль для досягнення результатів, а тоді різко перейти на базовий рівень зусиль $e = 0$ аж до моменту виходу на пенсію. Трохи інший оптимальний паттерн своєї поведінки демонструє економічний агент зі значенням параметра $a = 1.0$ – він поступово нарощує зусилля протягом п'яти років до значення $e = 1$, потім 12 років прикладає цей найвищий рівень зусиль, а тоді різко переходить на рівень зусиль $e = 0$. Економічний агент з вищим показником здібностей $a = 1.2$ поступово протягом семи років нарощує рівень зусиль, вийшовши на максимальний рівень $e = 1$, і вирішує залишатись на цьому рівні протягом 13 років. Результат оптимізації вартості людського капіталу для трьох різних економічних агентів ми зобразимо у Таблиці 1.

Таблиця 1 – Оптимізація вартості людського капіталу для трьох різних економічних агентів

	Значення параметра a	Оптимальне значення вартості людського капіталу, НС (у.о.)
1	0.8	194588
2	1.0	345565
3	1.2	756601

Джерело: розраховано авторами

Приклад 2. Ми тепер розглядаємо модель (1) з такими специфікаціями функцій $E(a, x_t, e_t)$, $C(e_t, \gamma, \varphi)$ і x_t :

$$E(a, x_t, e_t) = \theta_0 \cdot \ln(1 + \theta_1 \cdot a \cdot \sqrt{x_t} \cdot e_t) \quad (11)$$

$$\theta_0 = 30000, \theta_1 = 0.4;$$

$$C(e_t, \gamma, \varphi) = \gamma \cdot e_t^2 + \varphi \cdot CE_t \quad (12)$$

$$CE_t = \sum_{i=1}^t e_i, \gamma = 1000, \varphi = 400;$$

$$x_0 = 3, x_{t+1} = x_t + 1. \quad (13)$$

Ми також припускаємо, що $0 \leq e \leq 1$, $0 \leq a \leq 1$, $T = 30$, $r = 0.04$

Розв'яжемо оптимізаційну проблему (7) для різних значень здібностей економічних агентів, зокрема для економічних агентів з низьким рівнем здібностей: $a = 0.1$, $a = 0.3$ та $a = 0.5$ (здібності з параметром $0.5 < a < 1$ вважаються вищими від середніх). Результати чисельної оптимізації відповідної задачі динамічного програмування зобразимо на рис. 2.

З рис. 2 ми бачимо, що економічний агент з найнижчим параметром здібностей $a = 0.1$ стрімко нарощує зусилля протягом перших двох років роботи і виходить на рівень зусиль $e = 1$, потім і потім стрімко переходить на базовий рівень зусиль $e = 0$ аж до моменту виходу на пенсію. Трохи інший оптимальний паттерн своєї поведінки демонструє економічний агент зі значенням параметра $a = 0.3$ – він поступово нарощує зусилля протягом п'яти років до значення $e = 1$,

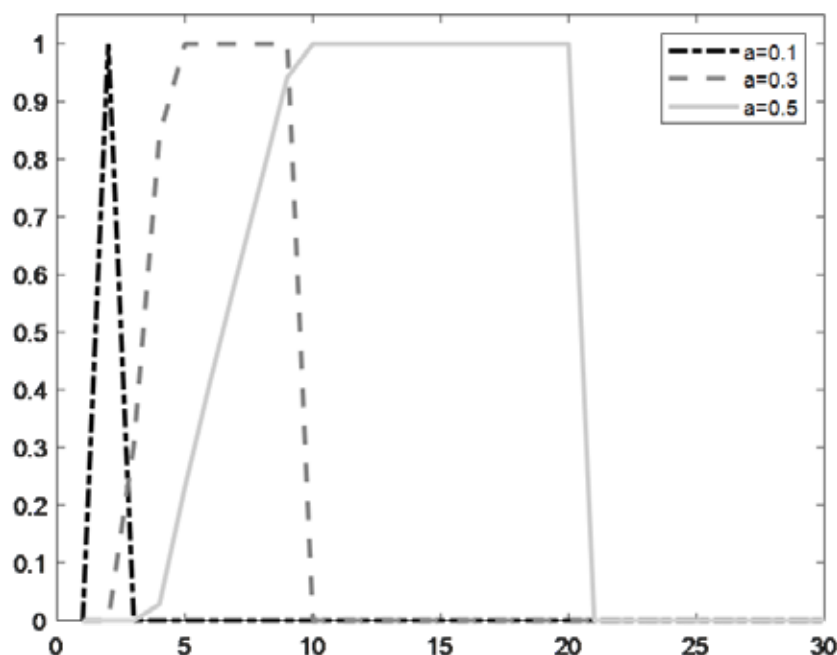


Рисунок 2 – Оптимальні траєкторії зусиль для економічних агентів з різними значеннями параметра a , що описує їх здібності

Джерело: розраховано і побудовано авторами

чотири роки прикладає цей найвищий рівень зусиль, і тоді різко переходить на рівень зусиль $e = 0$. Економічний агент з вищим показником здібностей $a = 0.5$ у даній моделі протягом десяти років поступово нарощує рівень зусиль до значення $e = 1$ і залишається на цьому рівні протягом наступних десяти років.

Тобто ми бачимо, що модель оцінки вартості людського капіталу у прикладі 2 дуже резонує з висновками моделі, яку ми розглядали в прикладі 1, хоча припущення стосовно функції доходу у цих прикладах суттєво відрізняються.

Результати оптимізації вартості людського капіталу для трьох різних економічних агентів у прикладі 2 ми запишемо у Таблиці 2.

Таблиця 2 – Оптимізація вартості людського капіталу для трьох різних економічних агентів

	Значення параметра a	Оптимальне значення вартості людського капіталу, НС (у.о.)
1	0.1	967
2	0.3	32995
3	0.5	97401

Джерело: розраховано авторами

Як ми бачимо з розрахунків оптимальної динаміки прикладених зусиль економічними агентами з невеликим значенням параметрів, що описують їх початкові здібності, що такі економічні агенти досить швидко вигоряють і переходять на базовий, мінімальний рівень зусиль при виконанні робіт.

Причому, чим менший початковий рівень здібностей, тим стрімкіше на початку кар'єри зростають зусилля працівника і швидше настає вигорання, що призводить до невеликого значення вартості його людського капіталу.

Що ми можемо порекомендувати працівникам з низьким стартовим значенням здібностей, які в моделі описуються параметром a ? Перш за все, щоб не допустити швидкого вигорання, потрібно плавно нарощувати рівень зусиль, знаходити час на дозвілля, знайти цікаве гобі, відпочивати, займатись спортом тощо. Важливо також розуміти, що здібності людини не є величиною сталою, над ними потрібно постійно працювати, здобуваючи елементи когнітивної освіти, а також підвищувати свій емоційний інтелект. Ще одним з важливих елементів моделювання оптимальних життєвих стратегій є включення можливості впливу наших зусиль на швидше отримання досвіду, що вплине в подальшому на пришвидшене зростання доходу економічного агента. У цій статті ми не закладали динамічної можливості зростання здібностей економічного агента, впливу його освіти на ефективність, а також відповідних зусиль на отримання освіти тощо. Ці питання ми плануємо дослідити у своїх наступних публікаціях.

У роботі [10] нобелівського лауреата з економіки 2025 року Філіпа Агіона (разом зі співавторами) зазначається, що працівники нижчим рівнем формальної освіти та здібностей, але які вміють працювати в команді та ефективно комунікувати з колегами, не лише мають більше зрос-

тання заробітної плати зі стажем, але й отримують вищу віддачу від своїх зусиль у середовищах із більшою часткою освіченіших колег.

Висновки. Ми, зокрема, показали, як специфікація різних моделей функції доходу та витрат на зусилля, а також вигорання від надмірних зусиль впливають на різноманіття паттернів поведінки економічних агентів. При цьому було продемонстровано, як з допомогою чисельних методів оптимізації можна вирішувати складні задачі динамічного програмування, що відповідають широкому спектру економічних задач, пов'язаних з вирішен-

ням проблем оптимальної економічної поведінки економічних агентів на тривалих горизонтах. Особливий фокус уваги в роботі було зроблено на прорахунку оптимальної стратегії життя для економічних агентів з низьким рівнем початкових задатків і вироблено рекомендації стосовно підвищення вартості їх людського капіталу. Такий підхід також може бути корисним для розробки політик в сфері освіти на рівні держави, щоб підняти загальну економічну ефективність і спонукати економічних агентів до ефективного прикладання зусиль з метою збільшення вартості їх людського капіталу.

Список використаних джерел:

1. Stokey N., Lucas R., Prescott E. (1989) Recursive Methods in Economic Dynamics Cambridge, MA: Harvard University Press. URL: <https://groupdocs.vip/look-up/gA02DE/603420/4982160-recursive-methods-in-economic-dynamics>
2. Fan X., Seshadri A., Taber C. (2024) Estimation of a Life-Cycle Model with Human Capital, Labour Supply, and Retirement. *Journal of Political Economy*, vol. 132(1), pp. 48–95. DOI: <https://doi.org/10.1086/726232>
3. Deming D., Silliman M. (2025) Skills and Human Capital in the Labor Market. *Handbook of Labor Economics*, vol. 6, pp. 115–152. DOI: <https://doi.org/10.3386/w32908>
4. Hai, R., Heckman, J. (2017) Inequality in Human Capital and Endogenous Credit Constraints. *Review of Economic Dynamics*, vol. 25, pp. 4–36, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.red.2017.01.001>
5. Papageorge N., Thom, K. (2018) Genes, Education, and Labor Market Outcomes: Evidence from the Health and Retirement Study. *Journal of the European Economic Association*, vol. 18(3), pp. 1351–1399. DOI: <https://doi.org/10.3386/w25114>
6. Cunha F., Heckman J. (2009) The Economics and Psychology of Inequality and Human Development. *Journal of the European Economic Association*, vol. 7(2-3), pp. 320–364. DOI: <https://doi.org/10.1162/JEEA.2009.7.2-3.320>
7. Heckman J., Stixrud J., Urzua S. (2006) The Effects of Cognitive and Noncognitive Abilities on Labor Market Outcomes and Social Behavior. *Journal of Labor Economics*, vol. 24, № 3. DOI: <https://doi.org/10.1086/504455>
8. Pastorino E. (2024) Careers in Firms: The Role of Learning about Ability and Human Capital Acquisition. *Journal of Political Economy*, vol. 132 (6). DOI: <https://doi.org/10.1086/728454>
9. Greiner A. (2008) An economic model of work-related stress. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 66(2), pp. 335–346. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2006.12.001>
10. Aghion, P., Bergeaud, A., Blundell, R., Griffith, R. (2023) Social Skills and the Individual Wage Growth of Less Educated Workers. *IZA Discussion Paper No. 16456*. URL: <https://www.iza.org/publications/dp/16456/social-skills-and-the-individual-wage-growth-of-less-educated-workers>

References:

1. Stokey N., Lucas R., Prescott E. (1989) Recursive Methods in Economic Dynamics Cambridge, MA: Harvard University Press. Available at: <https://groupdocs.vip/look-up/gA02DE/603420/4982160-recursive-methods-in-economic-dynamics>
2. Fan X., Seshadri A., Taber C. (2024) Estimation of a Life-Cycle Model with Human Capital, Labour Supply, and Retirement. *Journal of Political Economy*, vol. 132(1), pp. 48–95. DOI: <https://doi.org/10.1086/726232>
3. Deming D., Silliman M. (2025) Skills and Human Capital in the Labor Market. *Handbook of Labor Economics*, vol. 6, pp. 115–152. DOI: <https://doi.org/10.3386/w32908>
4. Hai, R., Heckman, J. (2017) Inequality in Human Capital and Endogenous Credit Constraints. *Review of Economic Dynamics*, vol. 25, pp. 4–36, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.red.2017.01.001>
5. Papageorge N., Thom, K. (2018) Genes, Education, and Labor Market Outcomes: Evidence from the Health and Retirement Study. *Journal of the European Economic Association*, vol. 18(3), pp. 1351–1399. DOI: <https://doi.org/10.3386/w25114>
6. Cunha F., Heckman J. (2009) The Economics and Psychology of Inequality and Human Development. *Journal of the European Economic Association*, vol. 7(2-3), pp. 320–364. DOI: <https://doi.org/10.1162/JEEA.2009.7.2-3.320>
7. Heckman J., Stixrud J., Urzua S. (2006) The Effects of Cognitive and Noncognitive Abilities on Labor Market Outcomes and Social Behavior. *Journal of Labor Economics*, vol. 24, № 3. DOI: <https://doi.org/10.1086/504455>
8. Pastorino E. (2024) Careers in Firms: The Role of Learning about Ability and Human Capital Acquisition. *Journal of Political Economy*, vol. 132 (6). DOI: <https://doi.org/10.1086/728454>
9. Greiner A. (2008) An economic model of work-related stress. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 66(2), pp. 335–346. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2006.12.001>
10. Aghion, P., Bergeaud, A., Blundell, R., Griffith, R. (2023) Social Skills and the Individual Wage Growth of Less Educated Workers. *IZA Discussion Paper No. 16456*. Available at: <https://www.iza.org/publications/dp/16456/social-skills-and-the-individual-wage-growth-of-less-educated-workers>

Стаття надійшла до редакції 17.10.2025