

УДК 338.26:519.865.7

Г. В. Акулова,  
старший викладач кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки,  
Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

## МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ СУСПІЛЬНИХ БЛАГ НА ДОБРОБУТ ТА ПОВЕДІНКУ ЕКОНОМІЧНИХ АГЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПІДХОДУ

G. Akulova,  
senior lecture of Department of Economic Cybernetics and Applied Economics, V. N. Karazin Kharkiv National University

### MODELING OF THE IMPACT OF THE STRUCTURE OF PUBLIC GOODS ON THE WELFARE AND BEHAVIOR OF ECONOMIC AGENTS USING THE AGENT BASED APPROACH

*Статтю присвячено дослідженню впливу структури суспільних благ на добробут та поведінку економічних агентів. Запропоновано класифікацію суспільних благ, які поділяються на ті, що збільшують віддачу від фактору виробництва капіталу, такі, які збільшують віддачу від фактору труда, які не впливають на віддачу факторів, але збільшують привабливість країни для економічних агентів та трансакційні витрати юрисдикції.*

*Проведено експерименти по зміні параметрів структури видатків на різні типи суспільного блага за допомогою мультиагентної моделі, в ході яких розглядався спектр комбінацій видатків: від повного зсуву в бік витрати всіх засобів на суспільні блага, які впливають на віддачу факторів до повного ненадання подібних суспільних благ.*

*Проаналізовано вплив зміни структури суспільних благ на добробут економічних агентів з урахування таких показників, як середні накопичення економічних агентів-власників труда та капіталу, середні накопичення на душу населення та середній дохід агентів.*

*The paper is dedicated to the study of the influence of the structure of public goods on the welfare and behavior of economic agents. There was suggested the classification of public goods, which are divided into those that increase the output of the factor of capital, those that increase the output of the factor of labor, those that do not affect the return of factors, but increase the attractiveness of the country for economic agents and transaction costs of jurisdiction.*

*There were conducted experiments with a multiagent model during which the structure of expenditures for various types of public goods was changed. In the experiments the spectrum of expenditure combinations was considered: from a complete shift towards the cost of all means to public goods, which influence the output of factors to the complete failure to provide such public goods.*

*The influence of changes in the structure of public goods on the welfare of economic agents was analyzed, taking into account such indicators as average savings of economic agents-owners of labor and capital, average savings per capita and average income of agents.*

*Ключові слова: суспільні блага, економічні агенти, мультиагентне моделювання, фактори виробництва*  
*Key words: public goods, economic agents, agent based modeling, production factors.*

#### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Оскільки створення суспільних благ є однією з головних функцій будь-якої країни та практично повністю фінансується державою за рахунок подат-

кових і неподаткових надходжень до бюджету, питання найбільш ефективного фінансування суспільних благ є важливою задачею більшості сучасних урядів.

У глобалізованому світі ця задача набуває все більшої актуальності через те, що суспільні блага, які сприяють підвищенню ефективності діяльності та рівня добробуту економічних агентів, є важливим важелем у конкурентній боротьбі за фактори виробництва.

Таким чином, визначення найбільш сприятливої для збільшення добробуту економічних агентів структури суспільних благ є актуальною практичною задачею.

## АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вперше поняття суспільних благ під назвою "блага колективного споживання" (collective consumption goods) було вжите П. Самуельсоном [1].

Основні фундаментальні положення теорії суспільних благ було розкрито в роботах таких вчених, як Р. Масгрейв, Р. Дорнбург, Е. Ліндаль, А. Йохансен [2–5], а також Р. Грінберг, Дж. Мілль, Р. Гіллес, Е. Мармоло, П. Драгос та інші.

Дослідженням проблем надання суспільних благ у контексті глобалізації займалися такі вчені, як І. Кауль [6], С. Барретт, Т. Сендлер, К. Маскус, Н. Філіпс та ін.

Разом з тим вивчення впливу структури суспільних благ на добробут економічних агентів і конкурентноздатність держав в умовах глобалізації лишається актуальним і потребує подальшого дослідження.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ

Метою дослідження є вивчення впливу структури розподілу суспільних благ державою на показники добробуту економічних агентів. Для її досягнення було поставлено наступні задачі: 1) розробити схему серії експериментів з мультиагентною моделлю, обравши необхідні параметри та межі їх варіювання; 2) на підставі моделі отримати первинні дані, агрегувати та систематизувати значення показників; 3) дослідити вплив структури суспільних благ на основні індикатори добробуту економічних агентів.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для моделювання впливу суспільних благ на добробут економічних агентів в роботі використовується мультиагентна модель, базову логіку, структуру та взаємозв'язки якої описано у [7]. За допомогою моделі симулюється ігровий світ, що представляє собою певну кількість юрисдикції з економічними агентами, які в них діють.

Опишемо механізм надання суспільних благ юрисдикціями своїм агентам. Всі грошові надходження кожна юрисдикція розподіляє в повному обсязі. Витрати кожної юрисдикції складаються з чотирьох частин: витрати на суспільні блага для бізнесу, які впливають на віддачу від фактору капіталу, витрати на соціальні суспільні блага, які впливають на віддачу від фактору труда, витрати на загальнодержавні суспільні блага, які не впливають на віддачу факторів, але сприяють загальній привабливості юрисдикції для переїзду у неї агентів, які мігрують з інших юрисдикцій, а також четвертий напрям — державні трансакційні витрати.

Суспільні блага, що сприяють підвищенню віддачі від капіталу задаються за допомогою функції *businessPublicGoods* та в даній мультиагентній моделі розраховуються наступним чином:

$$\text{businessPublicGoods} = \text{treasury} \times \text{businessPGRate}.$$

Тобто державні кошти, що отримала кожна з юрисдикцій на цьому модельному кроці, — *treasury* помножаються на відповідну змінну *businessPGRate*, що представляє собою частку загального національного багатства, яку кожна юрисдикція виділяє на

суспільні блага, що збільшують віддачу від капіталу.

Розмір суспільних благ, які юрисдикції виділяють на підвищення віддачі від фактору труда, визначається в моделі за допомогою функції *socialPublicGoods*. Принцип роботи цієї функції подібний до описаної вище функції *businessPublicGoods*: вона представляє собою добуток, де в якості першого множника беруться державні кошти юрисдикції на цьому кроці (*treasury*), а в якості другого множника підставляється змінна *socialPGRate*, що визначає долю бюджету, яку кожна юрисдикція виділяє на надання суспільних благ, що впливають на віддачу від фактору труда.

Після того, як юрисдикції виділили певні частки своїх державних коштів на соціальні блага, які впливають на віддачу від факторів, визначається частка бюджету, яка йде на утримання самої юрисдикції і її державного апарату. Розрахунок відбувається за тим самим принципом, що і визначення розміру суспільних благ, але в якості другого множника береться змінна *stateExpensesRate*, що задає частку бюджету, яка виділяється юрисдикціями на трансакційні витрати.

Останньою розраховуються кількість суспільних благ, які не впливають на віддачу від факторів, але ураховуються економічними агентами при прийнятті рішення про привабливість тієї чи іншої юрисдикції для міграції в неї. Ці загальнодержавні суспільні блага розраховуються у функції *statePublicGoods*, що в моделі визначається наступним чином:

$$\text{statePublicGoods} = (1 - \text{businessPGRate} - \text{socialPGRate} - \text{stateExpensesRate}) \times \text{treasury}$$

Уній спочатку визначається, яка саме частка бюджету юрисдикції виділятиметься на загальнодержавні суспільні блага. Вона розраховується за залишковим принципом: зі ста відсотків вираховуються частки, які задають в загальній структурі видатків суспільні блага для бізнесу і соціальні суспільні блага, також вираховується частка, що відпускається юрисдикцією на трансакційні витрати. Після того, як визначена частка загальнодержавних суспільних благ, вона множить на державні кошти юрисдикції. Після чого зібрані кошти обнуляються.

Таким чином, параметри, за допомогою яких безпосередньо моделюється політика юрисдикції стосовно суспільних благ, це змінні *businessPGRate* та *socialPGRate*, і змінюючи значення саме цих змінних буде досліджено вплив структури суспільних благ на добробут та поведінку економічних агентів.

Первинну параметризацію та верифікацію моделі було проведено в [8]. У цьому експерименті залишимо налаштування моделі та юрисдикції здебільшого без змін.

При ініціалізації моделі створимо дві юрисдикції з однаковими параметрами. Тобто політика стосовно податкового навантаження на доходи від різних факторів виробництва, політика стосовно міграції агентів і викриття порушників, ємність юрисдикції є однаковими для створених юрисдикцій.

У рамках цього експерименту варіюватимемо значення змінних *businessPGRate* та *socialPGRate* у першій юрисдикції (J1), при цьому для другої юрисдикції значення даних змінних будуть зафіксовані в кожному прогоні відповідним чином: *businessPGRate* = 0,3 та *socialPGRate* = 0,3.

Значення *stateExpensesRate* = 0,05 також не змінюватиметься ні для першої, ні для другої юрисдикції.

Визначимо границі варіювання обраних змінних. Для найбільш повного дослідження потенційних ефектів, доцільно взяти максимально можливий розкид значень. Проте в описаній постановці кожна з них

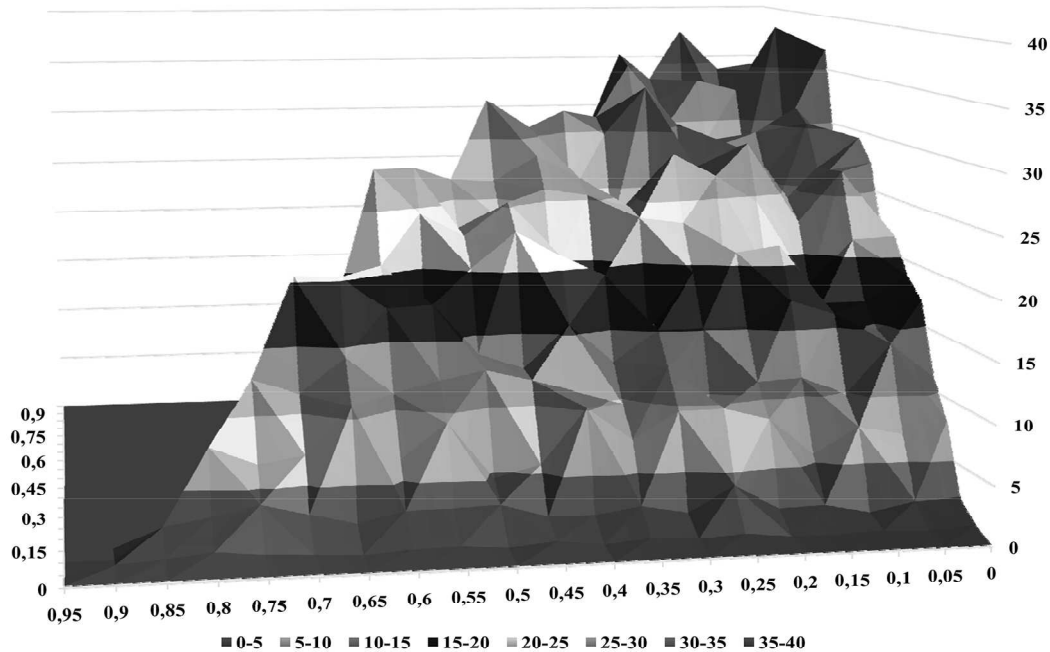


Рис. 1. Середні накопичення агентів-власників капіталу в залежності від структури суспільних благ

Джерело: авторська розробка.

може приймати звої значення в діапазоні [0; 0,95], адже було зазначено, що 5% коштів виділяється на підтримання державного апарату. Таким чином, якщо, наприклад, змінна *businessPGRate* прийме значення 0, це означитиме, що юрисдикція не надає суспільні блага, які сприяють покращенню віддачі від фактору капіталу.

Проведемо прогони моделі, змінюючи значення змінних *businessPGRate* і *socialPGRate* в наведеному діапазоні [0; 0,95] із кроком зміни 0,05, зробивши по п'ять прогонів для кожної пари значень.

Таким чином, було отримано 2000 файлів із первинними даними, які описують значення модельних змінних для кожного з прогонів.

Первинні дані було оброблено так:

1) для кожної змінної в кожному прогоні було знайдено середнє значення за 60 тактів, які було змодельовано в цьому прогоні;

2) було відібрано лише ті прогони, які мали змістовну економічну інтерпретацію, а саме, такі, в яких  $businessPGRate + socialPGRate + stateExpensesRate \leq 1$ , тобто видатки юрисдикції на суспільні блага не перевищували 100%;

3) для кожної унікальної комбінації *businessPGRate* та *socialPGRate* було зроблено усереднення значень вихідних змінних по п'яти проведених прогонах.

Проведемо аналіз отриманих агрегованих даних. Розглянемо, яким чином структура суспільних благ впливає на добробут економічних агентів, що володіють фактором труда та капіталу. Для будь-якого виду агентів змінна, яка симулює добробут економічних агентів у цій моделі, — це середні накопичення.

На рисунку 1 зображено середні накопичення агентів-власників фактору капіталу (*rentier savings per rentiers*) в першій юрисдикції при різних комбінаціях змінних *businessPGRate* та *socialPGRate*.

Максимальні середні накопичення для агентів типу *рант'є* — 38,74 умовних одиниці — спостерігаються при наступній структурі видатків на суспільні блага: частка багатства, яку перша юрисдикція виділяє на суспільні блага, що збільшують віддачу від капіталу (*businessPGRate*) становить 70%, частка суспільних благ, яка виділяється на суспільні блага, які збільшують віддачу від фактору труда (*socialPGRate*) становлять 5%, частка, що виділяється на підтримку самої юрисдикції становить також 5%, відповідно, частка яка виділяється на суспільні блага, які не впливають на віддачу від факторів, але збільшують привабливість юрисдикції для міграції становить 20%.

Мінімальне значення накопичень агентів типу *рант'є* дорівнює 0,12 умовних одиниць і спостерігається в точці, коли структура видатків на суспільні блага має такий характер: *businessPGRate* = 0, *socialPGRate* = 5%, *stateExpensesRate* = 5% та частка, що виділяється на суспільні блага, які не впливають на віддачу, становить 90%.

Розглянемо вплив видатків на суспільні блага на інші ключові індикатори першої юрисдикції, дослідивши структуру, за якої досягається максимальне та мінімальне значення індикаторів, що наведено в таблиці 1.

Так, для іншого типу агентів, тих що володіють фактором труда, середні накопичення (*worker savings per workers*) приймають своє найбільше значення при структурі розподілу суспільних благ,

Таблиця 1. Структура видатків на суспільні блага, за якої досягається мінімальне та максимальне значення ключових ендогенних показників в J1

Індикатор	savings per capita		worker savings per workers		revenues raw per capita	
	Min = 0,3	Max = 24	Min = 0,3	Max = 2,6	Min = 4,6	Max = 8,1
<i>businessPGRate</i>	0%	65%	0%	5%	0%	45%
<i>socialPGRate</i>	0%	30%	0%	90%	0%	50%
<i>stateExpensesRate</i>	5%	5%	5%	5%	5%	5%
<i>statePGRate</i>	95%	0%	95%	0%	95%	0%

Джерело: авторська розробка.

сформованій таким чином, що 90% виділяється на суспільні блага, що сприяють віддачі від фактору труда, по 5% виділяється на блага, що сприяють віддачі від капіталу, та на загальнодержавні витрати, але юрисдикція не має видатків на суспільні блага, що сприяють її привабливості без впливу на віддачу на фактори.

Дослідимо далі середні накопичення, які приходяться на кожного агента безвідносно його типу (savings per capita). Максимальне значення у 24 умовні одиниці було досягнуто при такій структурі суспільних благ, коли 65% коштів юрисдикції виділялося на суспільні блага, що покращують віддачу від капіталу, 30% — на ті, що покращують віддачу від фактору труда.

Наступним важливим індикатором, який характеризує добробут економічних агентів, є середній дохід економічного агента в першій юрисдикції на душу населення (revenues raw per capita). Він максимізується тоді, коли 45% коштів юрисдикції виділяється на суспільні блага, що покращують віддачу капіталу, 50% коштів — на суспільні блага, сприятливі для фактору труда, також у структурі, як і в попередніх випадках наявні відрахування (5%) на підтримку державного апарату.

## ВИСНОВКИ

Було сплановано та реалізовано серію експериментів з мультиагентною моделлю, в ході якої досліджувався вплив структури суспільних благ на добробут економічних агентів. Отримано кілька типів структур розподілу, за яких досягається максимізація таких показників, як середні накопичення економічних агентів-власників труда та капіталу, середні накопичення на душу населення та середній дохід агентів.

### Література:

1. Samuelson P. The Pure Theory of Public Expenditure / Paul A. Samuelson // The Review of Economics and Statistics. — Cambridge: The MIT Press, 1954. — Vol. 36. — № 4. — pp. 387—389.
2. Musgrave R. Public Finance in Theory and Practice / Richard Abel Musgrave, Peggy B. Musgrave. — New York: McGraw-Hill, 1973. — 762 p.
3. Dornbusch R. Economics / Rudiger Dornbusch, David Begg, Stanley Fischer. — New York: McGraw-Hill, 1983. — 955 p.
4. Roberts D. The Lindahl solution for economies with public goods / Donald John Roberts // Journal of Public Economics. — New York: Elsevier, 1974 — Vol. 3. — Issue 1. — pp. 23—42.
5. Johansen L. The theory of public goods: misplaced emphasis / Leif Johansen // Journal of public economics. —

Oslo: Institute of Economics, University of Oslo, 1976. — Vol. 7. — issue 1. — pp. 147—152.

6. Kaul I. Global public goods: international cooperation in the 21st century: Questions and Answers [Electronic source] / I. Kaul, I. Grunberg, M. Stern. — New York: Oxford University Press, 1999. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.act.nato.int/images/stories/events/2010/gc/ws\\_gen\\_gpg\\_intlcoop.pdf](http://www.act.nato.int/images/stories/events/2010/gc/ws_gen_gpg_intlcoop.pdf)

7. Акулов М.В., Акулова Г.В. Мультиагентна модель податкової поведінки економічних агентів / Микола Акулов, Ганна Акулова // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Економічна". — Х.: Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. — Вип. 91. — С. 104—109.

8. Akulova A. Model of Tax Behaviour of Economic Agents in the Age of Globalization: Verification and Parameterization / Anna Akulova // Business-Engineering. — Tbilisi: Georgian Technical University, Georgian Academy of Engineering, 2017. — № 3. — P. 211—213.

### References:

1. Samuelson, P. (1954), "The Pure Theory of Public Expenditure", The Review of Economics and Statistics, Vol. 36, no.4, pp. 387—389.
2. Musgrave, R. and Musgrave, P. (1973), Public Finance in Theory and Practice, McGraw-Hill, New York, USA.
3. Dornbusch, R. Begg, D. and Fischer, S. (1983), Economics, McGraw-Hill, New York, USA.
4. Roberts, D. (1974), "The Lindahl solution for economies with public goods", Journal of Public Economics, Vol. 3, no. 1, pp. 23—42
5. Johansen L. (1976), "The theory of public goods: misplaced emphasis? / Leif Johansen", Journal of public economics. University of Oslo, Vol. 7, no. 1, pp. 147—152.
6. Kaul, I. I. Grunberg, M. Stern, (1999), "Global public goods: international cooperation in the 21st century: Questions and Answers", available at: [http://www.act.nato.int/images/stories/events/2010/gc/ws\\_gen\\_gpg\\_intlcoop.pdf](http://www.act.nato.int/images/stories/events/2010/gc/ws_gen_gpg_intlcoop.pdf) (Accessed 20 April 2018).
7. Akulov, M.V. and Akulova, H.V. (2016), "Multiagent model of tax behavior of economic agents", Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriiia "Ekonomichna", vol. 91, pp. 104—109.
8. Akulova, A. (2017), "Model of Tax Behaviour of Economic Agents in the Age of Globalization: Verification and Parameterization", Business-Engineering. Georgian Technical University, Georgian Academy of Engineering, vol. 3, pp. 211—213.

Стаття надійшла до редакції 03.05.2018 р.

## ПЕРЕДПЛАТА

ВИДАННЯ МОЖНА ПЕРЕДПЛАТИТИ З БУДЬ-ЯКОГО МІСЯЦЯ!

— ЧЕРЕЗ РЕДАКЦІЮ (ТЕЛ. 458-10-73);

— ЧЕРЕЗ ДП "ПРЕСА"  
(У КАТАЛОЗІ ВИДАНЬ УКРАЇНИ);

— ЧЕРЕЗ ПЕРЕДПЛАТНІ АГЕНТСТВА: "САММІТ", "ІДЕЯ", "БЛІЦІНФОРМ", "KSS", "МЕРКУРІЙ", "ПРЕСЦЕНТР", "ВСЕУКРАЇНСЬКА ПЕРЕДПЛАТНА АГЕНЦІЯ", "ФЛОРА", "ПЕРІОДИКА", "КОБЗАР", "ДІАДА", "ДІЛОВА ПРЕСА", "ФАКТОР"