

Соколова О.М.кандидат економічних наук, доцент,
докторант кафедри економіки підприємств
Університету державної фіскальної служби України**Sokolova Olga**

University of the State Fiscal Service of Ukraine

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІН У СЕКТОРАЛЬНІЙ СТРУКТУРІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

SIMULATION OF CHANGES IN THE SECTORAL STRUCTURE OF UKRAINE'S ECONOMY

У статті здійснено моделювання змін у секторальній структурі економіки на базі виробничої функції Кобба-Дугласа. Наголошено, що зміни у первинному, вторинному і третинному секторах економіки України мають забезпечувати формування інноваційної моделі її розвитку. Обґрунтовано, що «залишок Солоу» вміщує в собі інноваційну складову, тому його доцільно враховувати в процесі моделювання змін у секторальній структурі. Розраховано «залишок Солоу» на основі вихідних даних щодо вартості основних засобів, кількості зайнятого населення та обсягу доданої вартості у розрізі первинного, вторинного та третинного секторів економіки України. Доведено, що зміни в «залишку Солоу» в одному секторі економіки забезпечуватимуть поступову зміну відповідних показників для інших секторів не одночасно, а через певний проміжок часу. На основі розробленої моделі обґрунтовано, що збільшення «залишку Солоу» у цільовому секторі можливе через нарощування частки проміжного споживання послуг-драйверів інноваційного розвитку.

Ключові слова: секторальна структура економіки, економічне зростання, інноваційний розвиток, моделювання, виробнича функція, залишок Солоу.

В статье осуществлено моделирование изменений в секторальной структуре экономики на базе производственной функции Кобба-Дугласа. Отмечено, что изменения в первичном, вторичном и третичном секторах экономики Украины должны обеспечивать формирование инновационной модели ее развития. Обосновано, что «остаток Солоу» содержит в себе инновационную составляющую, поэтому его целесообразно учитывать в процессе моделирования изменений в секторальной структуре. Рассчитано «остаток Солоу» на основе исходных данных о стоимости основных средств, количества занятого населения и объема добавленной стоимости в разрезе первичного, вторичного и третичного секторов экономики Украины. Доказано, что изменения «остатка Солоу» в одном секторе экономики обеспечивает постепенное изменение соответствующих показателей для других секторов не одновременно, а через определенный промежуток времени. На основе разработанной модели обосновано, что увеличение «остатка Солоу» в целевом секторе возможно через наращивание доли промежуточного потребления услуг драйверов инновационного развития.

Ключевые слова: секторальная структура экономики, экономический рост, инновационное развитие, моделирование, производственная функция, остаток Солоу.

Theoretical and practical aspects of structural changes in the economy are the subject of scientific research by a large number of both foreign and domestic scientists. The theory of three sectors became a new methodological approach to the analysis of the structure of the economy. The process of modeling changes in the sectoral structure of the economy makes it possible to create such conditions that would facilitate Ukraine's transition to an innovative model of development. The article simulates changes in the sectoral structure of the economy on the basis of the Cobb-Douglas production function. It is emphasized that changes in the primary, secondary and tertiary sectors of Ukraine's economy should ensure the formation of an innovative model of its development. The evolution of the interpretation of the concept of «Solow balance» is highlighted. It is substantiated that the «Solow balance» contains an innovative component, so it is advisable to take it into account in the process of modeling changes in the sectoral structure. The «Solow balance» is calculated on the basis of initial data on the value of fixed assets, the number of employed population and the amount of value added in terms of

primary, secondary and tertiary sectors of the Ukrainian economy. The relationship between the level of the indicator in the primary, secondary and tertiary sectors of the economy is considered. It has been proven that the primary sector of the economy is the starting point for sustainable economic growth, as it is the basis of the supply chain for the secondary sector, and also acts as an intermediate consumer of services in the tertiary sector. At the same time, changes in the «Solow balance» in one sector of the economy will provide a gradual change in the relevant indicators for other sectors not simultaneously, but over a period of time. Given that the «Solow balance» contains an innovative component, its increase involves the use of drivers of innovative development, which launch and intensify the processes of knowledge accumulation, innovation and their commercialization. Based on the developed model, it is substantiated that the increase of the «Solow balance» in the target sector is possible due to the increase in the share of intermediate consumption of services-drivers of innovative development.

Key words: sectoral structure of the economy, economic growth, innovative development, modeling, production function, Solow balance.

Постановка проблеми. У сучасному світі інновації виступають невід'ємною складовою економічного зростання, а інноваційна модель розвитку постає в основі гарантування процвітання економіки країни не тільки в межах короткого проміжку часу, а й в довгостроковій перспективі. Інноваційний розвиток дозволяє забезпечити високі та стабільні темпи економічного зростання, підвищити конкурентоспроможність національної економіки, її експортний потенціал, вирішити певні соціальні та екологічні проблеми, гарантувати економічну безпеку тощо. Моделювання змін у секторальній структурі економіки дає можливість сформулювати основні параметри, які б сприяли переходу України на інноваційну модель розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Теоретичні та практичні аспекти структурних змін економіки є предметом наукових досліджень значного кола як зарубіжних, так і вітчизняних учених. Новим методологічним підходом до аналізу структури економіки стала секторальна теорія К. Кларка. Ця теорія набула подальшого розвитку у працях зарубіжних дослідників, як: Д. Белл, М. Кастельс, У. Росту, Дж. Сінглан, Р. Солоу, Е. Тоффлер, Ж. Фурастье та інші. Суттєво поглибили та збагатили знання щодо секторальних пропорцій економіки, причин і наслідків секторальних змін, інші аспекти даної тематики дослідження українських науковців: Ю. Бажала, В. Бодрова, З. Варналія, Н. Гражевської, А. Ігнатюк, Я. Жаліла, Л. Лазебник, Ю. Кіндзерського, Е. Прушківської, Л. Шинкарук та багато інших. Вагомий внесок у дослідження структури економіки України за допомогою математичного агрегування виробничої функції Кобба-Дугласа відображено у працях М. Скрипниченко, Т. Черкашиної, Ю. Харазішвілі, С. Шумської та інших. Незважаючи на вагомий внесок і науково-практичну значущість наведених вище досліджень, недостатньо висвітленими та дискусійними залишаються питання моделювання змін у секторальній структурі економіки України.

Мета статті – за допомогою модифікованої функції Кобба-Дугласа обґрунтувати вплив «залишку Солоу» у розрізі секторів економіки на формування інноваційної моделі розвитку України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Усвідомлення того, що широко визнані «знання» відіграють важливу роль в економічному зростанні, вперше було виявлено Р. Солоу, який разом зі Т. Своном розробив просту неокласичну модель зростання, яка стала еталоном і відправною точкою для сучасної теоретичної та емпіричної роботи з економічного зростання. Модель розроблена для закритої економіки, що було розумним способом характеризувати економіку США у першій половині ХХ століття. Ключовою особливістю неокласичної виробничої функції є те, що валовий випуск є простою функцією лише двох факторів виробництва: капіталу та праці. Для ілюстрації покажемо цю функцію за допомогою стандартної виробничої функції Кобба-Дугласа з постійним поверненням до масштабу:

$$Y = A \cdot L^{\beta} \cdot K^{\alpha}, \quad (1)$$

де випуск (Y) – це функція капіталу (K), праці (L) та «знань» (A);

α і β – коефіцієнти еластичності випуску за капіталом і працею, відповідно.

По суті, ця функція говорить про те, що сукупний випуск може бути розширений або за рахунок збільшення обсягу праці чи капіталу, що використовується у виробництві, або за рахунок розширення запасу знань, що збільшує випуск для будь-якої заданої кількості капіталу та праці.

Відповідно до моделі Р. Солоу α , β та A являються константами. Коефіцієнт еластичності випуску за працею (β) є відношенням граничної продуктивності праці ($MP_L = \frac{\Delta Y}{\Delta L}$) до середньої продуктивності праці ($AP_L = \frac{Y}{L}$), а, отже, відношенням темпу приросту випуску ($\frac{\Delta Y}{Y}$) до темпу приросту праці ($\frac{\Delta L}{L}$). Тобто:

$$\beta = \frac{MP_L}{AP_L} = \frac{\Delta Y}{\Delta L} \cdot \frac{Y}{L} = \frac{\Delta Y}{Y} \cdot \frac{\Delta L}{L}, \quad (2)$$

де MP_L – гранична продуктивність праці;

AP_L – середня продуктивність праці.

Відповідно, коефіцієнт еластичності за капіталом (α) розраховується як відношення граничної продуктивності капіталу (MP_K) до середньої продуктивності капіталу (AP_K) (2.3).

$$\alpha = \frac{MP_K}{AP_K} = \frac{\Delta Y}{\Delta K} \cdot \frac{Y}{K} = \frac{\Delta Y}{Y} \cdot \frac{\Delta K}{K}. \quad (3)$$

При цьому зазначимо, що лише виконання рівності $\alpha + \beta = 1$ забезпечує постійну віддачу від масштабу. Це означає, що подвоєння як капіталу, так і праці також призводить до подвоєння випуску. Одночасно спостерігається зменшення віддачі від окремих входів, тобто збільшення лише одного фактору входу, при незмінному рівні іншого, призведе до дедалі менших граничних приростів випуску. Але ця властивість також передбачає, що довгострокове зростання випуску продукції на одного працівника зумовлене повністю «знаннями». Через зменшення граничної віддачі від капіталу граничний внесок у зростання від постійного збільшення запасу капіталу буде все меншим і меншим. У той момент, коли він дорівнюватиме швидкості амортизації капіталу, зростання випуску продукції на одного працівника зупиняється. Отже, єдиним способом неокласичної економіки до подальшого зростання є постійне розширення запасу знань (A).

Валідність неокласичної моделі Р. Солоу та Т. Свона постійно перевірялась. Це одночасно призвело до підтвердження ключових якостей моделі, але також виявило деякі основні недоліки. Зокрема, неокласична модель економічного зростання не може теоретично пояснити основні його рушії, оскільки останнє стимулюється екзогенним розширенням запасу знань. Основним внеском Р. Солоу стала його новаторська емпірична робота з обчислення економічного зростання. Застосовуючи свою модель до даних економіки США першої половини ХХ століття, він зміг обчислити частки зростання, що безпосередньо впливали з розширення робочої сили та основного капіталу. Це призвело до вражаючого відкриття: Р. Солоу виявив, що дев'ять десятих зростання економіки США не можна пояснити зростанням робочої сили та капіталу [14, с. 315]. Отже, основна частина зростання економіки США залишилась незрозумілою.

Цей залишок, який виявлявся значним під час подальших досліджень обчислення економічного зростання в США та в інших регіонах, став відомим як «залишок Солоу». Після інтер-

претації Ц. Гриліхеса, більшість пізніших досліджень, заснованих на методології Р. Солоу, пов'язували залишок із накопиченням «запасу знань» [8, с. 93]. Оскільки це стосується збільшення обсягу виробництва для даної комбінації факторних входів, то в наш час його ще називають загальною факторною продуктивністю (TFP). Оскільки сучасні економіки не функціонують в умовах досконалої конкуренції, цей залишковий ефект фіксує не тільки технологічний прогрес та інновації на товарному ринку, але й зміни у віддачі від масштабу і націнок. Він також фіксує помилки вимірювання та наслідки неврахування людського капіталу, НДДКР тощо.

Таким чином, можна зазначити, що значна частина економічного зростання – це не просто результат затрат праці, фізичного та людського капіталу, а щось інше, яке й визначає коефіцієнт A («знання»). Еволюція підходів до трактування сутності «залишок Солоу» наведено в таблиці 1.

Якщо оцінка коефіцієнтів еластичності випуску за працею та капіталом визначається на основі рівня продуктивності відповідних факторів, то для оцінки A необхідно мати решту входних параметрів формули (1), яка у результаті логарифмування має лінійний вигляд:

$$\ln(Y) = \ln(A) + \beta \cdot \ln(L) + \alpha \cdot \ln(K). \quad (4)$$

З нього показник знань A розраховується наступним чином:

$$\ln(A) = \ln(Y) - \beta \cdot \ln(L) - \alpha \cdot \ln(K); \quad (5)$$

$$A = e^{\ln(Y) - \beta \cdot \ln(L) - \alpha \cdot \ln(K)}. \quad (6)$$

Зазначимо, що точне кількісне визначення залишкового показника економічного зростання потребує конкретизації понять праця та капітал. На відміну від праці, яка вимірюється кількістю найманих працівників, важко виміряти капітал у фізичних одиницях, оскільки існує багато різних видів капітальних благ, тому його представляють в номінальній вартості. Деякі науковці зазначають, що в моделі економічного зростання в якості капіталу доцільно використовувати обсяг капітальних інвестицій [5]. Однак даний показник є однобічним, адже паралельно з ним відбувається амортизація основних засобів, що зменшує сукупний приріст капіталу. Зважаючи на те, що капітальні інвестиції за своєю суттю не вказують на наявний запас даного фактору виробництва, доцільно використовувати вартість основних засобів.

Проведемо оцінку залишкових показників зростання трьох секторів економіки України протягом 2010–2019 рр. За основу взято офіційні дані Державної служби статистики України [3], Міжнародної організації праці (ILO) [10], ЮНКТАД (UNCTAD) [16] щодо вартості осно-

Таблиця 1

Еволюція трактування поняття «залишок Солоу»

Рік	Автор	Трактування
1957	Солоу Р.	«мультиплікативний фактор» [14]
1967	Йоргенсон Д., Гріліхес Ц.	«сумарний коефіцієнт продуктивності» [8, 11]
1970	Вайцман М.	«міра нашої невігластва, яка охоплює основну рушійну силу економічного зростання, а саме: збільшення віддачі, трудових навичок, нових інновацій, оптимального використання ресурсів, кращої організації» [17]
1989	Холл Р.	«залишок, що вимірює зсув виробничої функції, що є результатом недосконалої конкуренції та ефекту масштабу» [9]
1999	Барро Р.	«залишок, який пояснюється витратами на НДДКР, державною політикою та іншими факторами» [7]
2001	Малдер П., Де Грот А., Хофкес М.	«фіксує основну рушійну силу економічного зростання – технічний прогрес» [13]
2007	Лі Ч.	«проксимальне значення сукупного шоку продуктивності» [12]
2014	Ацс З.	«показник, джерелом формування якого є конфігурації всередині системи інституцій та людських агенцій» [6]
2017	Засядько А., Корольок С.	«деяка постійна, що переводить одиниці виміру праці і капіталу в одиниці виміру продукту» [2]
2018	Войничка Л.	«коефіцієнт, що враховує вплив факторів, які не піддаються кількісній оцінці і які виступають в ролі якісних аспектів трудового потенціалу, а це – стать, вік, фізичний стан здоров'я носіїв робочої сили, загальноосвітній, професійно-кваліфікаційний та соціально-мотиваційний рівні, система освіти, соціальна інфраструктура, тобто все те, що прямо чи опосередковано впливає на трудовий потенціал» [1]
2019	Харазішвілі Ю.	«середня продуктивність макрофакторів» [4]
2020	Черкашина Т.	«коефіцієнт сукупної продуктивності факторів накопичення (капіталу та праці)» [5]

Джерело: складено автором за [1-2; 4-9; 11-14; 17]

вних засобів, кількості зайнятого населення та обсягу доданої вартості у розрізі первинного, вторинного та третинного секторів. У результаті проведених розрахунків отримано логарифмічне вираження «залишку Солоу» (рис. 1).

Обчислення дають підстави стверджувати про нестабільність формування $\ln(A)$ у межах зазначеного періоду. Однак, результати експоненціювання отриманих показників (табл. 2) вказують на ще більший діапазон коливань з року в рік. Так, за первинним сектором економіки України «залишок Солоу» мав найменший рівень у 2011 р. (наближений до нуля), а найвищий – у 2019 р. (191813, 3023). Однак показник перевищував одиницю тільки у 2012 р., 2017 р. та 2019 р. Схожа ситуація відзначалася у третинному секторі, але піки зростання припадали на 2012 р. та 2016 р. У вторинному секторі показник перевищував одиницю у 2011–2013 рр. та 2015–2017 рр., суттєво випереджаючи решту секторів за величиною «залишку Солоу».

У межах даної статті постає необхідність визначення такого розподілу доданої вартості

між первинним, вторинним та третинним секторами економіки, який би сприяв формуванню інноваційної моделі розвитку України. Безумовно, ринкові механізми регулювання будуть спрямовані на максимізацію ВВП, тобто цільова функція ринкової оптимізації розподілу праці та капіталу між трьома секторами матиме вигляд:

$$Y = Y^I + Y^{II} + Y^{III} \rightarrow \max, \quad (7)$$

де Y^I , Y^{II} , Y^{III} додана вартість у первинному, вторинному та третинному секторі економіки, відповідно.

При цьому ринковий механізм розподілу праці (L) та капіталу (K) відбуватиметься на основі функції Кобба-Дугласа для первинного, вторинного та третинного секторів економіки:

$$\begin{cases} \ln(Y^I) = \ln(A^I) + \beta^I \cdot \ln(L^I) + \alpha^I \cdot \ln(K^I) \\ \ln(Y^{II}) = \ln(A^{II}) + \beta^{II} \cdot \ln(L^{II}) + \alpha^{II} \cdot \ln(K^{II}), \\ \ln(Y^{III}) = \ln(A^{III}) + \beta^{III} \cdot \ln(L^{III}) + \alpha^{III} \cdot \ln(K^{III}) \end{cases} \quad (8)$$

де L^I , L^{II} , L^{III} – зайняте населення у первинному, вторинному та третинному секторі економіки, відповідно;

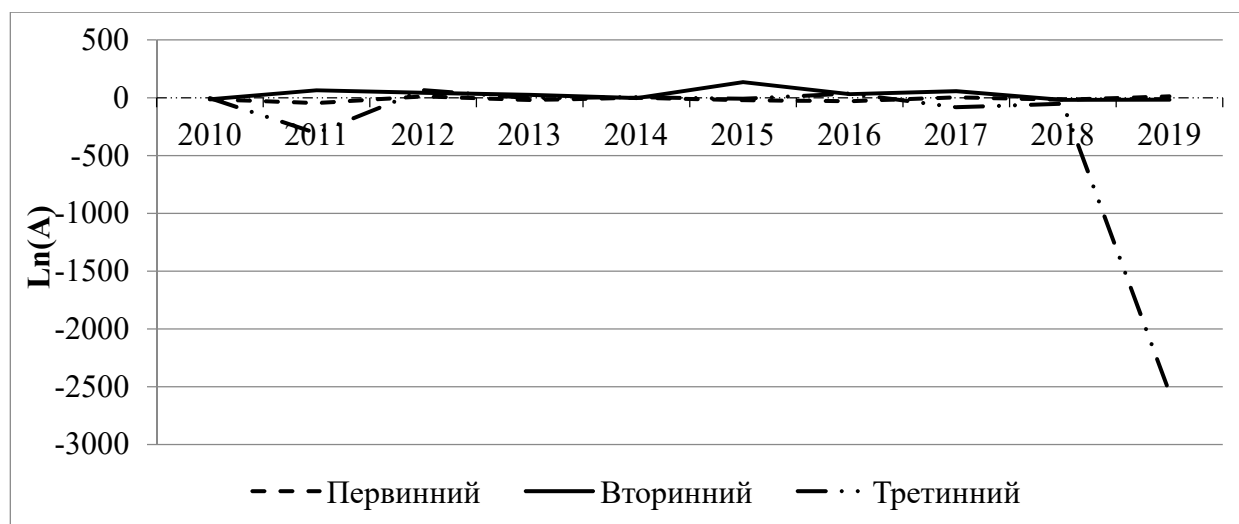


Рис. 1. Логарифмічне вираження «залишку Солоу» за первинним, вторинним і третинним секторами економіки України, 2010–2019 рр.

Таблиця 2

«Залишок Солоу» за секторами економіки України у 2010–2019 рр.

Роки	Сектори економіки України		
	Первинний	Вторинний	Третинний
2010	1,50618E-06	1,3418E-06	0,057647247
2011	6,82909E-21	6,50829E+27	7,5708E-134
2012	190885,4326	3,20623E+18	4,67893E+28
2013	3,16379E-09	31759130492	0,047327008
2014	0,922109244	0,041478273	140,5518028
2015	8,0446E-10	4,77672E+58	0,00015026
2016	1,03265E-13	3,15433E+13	1,34073E+16
2017	35,6024382	4,30833E+24	3,01852E-36
2018	3,55247E-08	1,32771E-08	3,22783E-23
2019	191813,3023	2,24988E-08	0

Джерело: розраховано автором на основі вихідних даних джерел [3; 10; 16]

K^I , K^{II} , K^{III} – вартість основних засобів у первинному, вторинному та третинному секторі економіки, відповідно.

Зважаючи на те, що в певний момент часу в межах економіки доступна певна кількість капіталу та трудових ресурсів, то цільова функція матиме обмеження:

$$\begin{cases} L^I + L^{II} + L^{III} \leq L \\ K^I + K^{II} + K^{III} \leq K' \end{cases} \quad (9)$$

де L – загальний обсяг зайнятого населення; K – загальний обсяг основних засобів.

Переведемо Y^I , Y^{II} та Y^{III} у цільовій функції (7) у логарифмічну форму для зручності використання. Враховуючи той факт, що експонента натурального логарифма від індикатора дорівнює значенню індикатора, то цільова функція матиме наступний вигляд:

$$Y = e^{\ln(Y^I)} + e^{\ln(Y^{II})} + e^{\ln(Y^{III})} \rightarrow \max. \quad (10)$$

Таким чином, цільова функція (10) надає алгоритм розподілу факторів праці (L) та капіталу (K), а також доданої вартості між первинним, вторинним та третинним секторами на основі дії ринкових механізмів. Звичайно, дія ринкових механізмів повинна коригуватися державними механізмами для забезпечення довгострокового економічного зростання.

На наш погляд, доцільним є управління такими параметрами, які забезпечують формування інноваційної моделі розвитку. Але постає вибір між α , β та A . Попри те, що ці параметри визначаються константами, вони мають тенденцію до постійної зміни, що є надбанням постіндустріальної динамічної епохи. Ще Р. Холл у 1989 р. відзначав недоцільність сприйняття «залишку Солоу» як константи, адже він охоплює цінові коливання [9]. Отже, «залишок Солоу», попри всі суперечки науковців, вміщує в собі інноваційну складову,

тому вважаємо за доцільне враховувати його в процесі моделювання змін у секторальній структурі.

Розглянемо взаємозв'язок між рівнем індикатора в первинному, вторинному та третинному секторах економіки. Формування індикатора залежить не тільки від власного випуску, а й від споживання товарів та послуг інших секторів. Чимало науковців сходяться на тому, що первинний сектор економіки є вихідною точкою у забезпеченні сталого економічного зростання, адже він постає в основі ланцюга постачання для вторинного сектора, а також виступає проміжним споживачем послуг третинного сектора [15].

«Залишок Солоу» в первинному секторі економіки залежить від рівня оснащеності сільськогосподарства та видобувної промисловості, тобто від обсягу капіталу витраченого сектором на промислові товари. Чим більшим є залишковий показник економічного зростання первинного сектора, тим більшу здатність до освоєння нових технологій він має, а, отже, має потребу в товарах вторинного та послугах третинного секторів. Зазначене виступає стимулюючим фактором до модернізації виробництва щодо створення продукції вищої споживчої цінності та формує попит на послуги вищої цінності третинного сектора.

При цьому зміни в «залишку Солоу» в одному секторі економіки забезпечуватимуть поступову зміну відповідних показників для інших секторів, тобто не одночасно, а через певний проміжок часу. Виходячи із вищезазначеного, доцільно визначати взаємозв'язок між «залишком Солоу» у первинному, вторинному та третинному секторах економіки на основі векторної авторегресії (VAR). Загальний вигляд системи рівнянь на основі VAR представлено нижче (формула 11),

де A_t^I , A_t^{II} , A_t^{III} – «залишок Солоу» для первинного, вторинного та третинного секторів економіки;

o_1, o_2, o_3 – вільні коефіцієнти моделі;

r_{1j}, r_{2j}, r_{3j} – коефіцієнти, які вказують вплив A_t^I на A_t^I , A_t^{II} та A_t^{III} відповідно;

m_{1j}, m_{2j}, m_{3j} – коефіцієнти, які вказують вплив A_t^{II} на A_t^I , A_t^{II} та A_t^{III} відповідно;

s_{1j}, s_{2j}, s_{3j} – коефіцієнти, які вказують вплив A_t^{III} на A_t^I , A_t^{II} та A_t^{III} відповідно;

t – період для якого здійснюється розрахунок;

j – часовий лаг;

n – кількість часових лагів.

Отримана система рівнянь (11) дозволяє визначити відхилення у пропорціях секторальної структури за «залишком Солоу» та встановити мінімальний необхідний рівень коригування показника для конкретного сектора в конкретний проміжок часу, які дозволять досягти максимального позитивного ефекту для економіки. Однак, далі постає питання забезпечення зростання зазначеного показника.

За кейнсіанської теорії основне джерело економічного зростання – ефективний сукупний попит. Зміна сукупного попиту мультиплікативно впливає на кінцевий результат функціонування економіки. В межах нашого дослідження, вважаємо, що головну роль у забезпеченні економічного зростання відіграє збільшення споживання в тому секторі економіки, який визначено на основі моделі (11). Зважаючи на те, що «залишок Солоу» вміщує інноваційну складову, його збільшення передбачає використання драйверів інноваційного розвитку, які запускають та інтенсифікують процеси накопичення знань, створення інновацій та їх комерціалізацію. Отже, для збільшення «залишку Солоу» у цільовому секторі необхідно нарощувати частку його витрат на послуги-драйвери інноваційного розвитку.

Висновки. Управління секторальною структурою економіки полягає в ефективному поєднанні ринкових механізмів та важелів державного впливу, забезпечуючи фундаментальну гарантію реалізації інноваційного розвитку. В процесі моделювання секторальних змін доцільно враховувати «залишок Солоу», оскільки він вміщує в собі інноваційну складову. Моделювання змін у секторальній структурі економіки України повинно здійснюватися на основі коригування ринкових механізмів розподілу ресурсів між первинним, вторинним та третинним секторами, збільшуючи «залишок Солоу» в ідентифікованому цільовому секторі у конкретний проміжок часу та оптимальної частки проміжного споживання послуг-драйверів інноваційного розвитку, що забезпечуватиме формування інноваційної моделі розвитку.

$$\begin{cases} A_t^I = o_1 + \sum_{j=1}^n r_{1j} \cdot A_{t-j}^I + \sum_{j=1}^n m_{1j} \cdot A_{t-j}^{II} + \sum_{j=1}^n s_{1j} \cdot A_{t-j}^{III} \\ A_t^{II} = o_2 + \sum_{j=1}^n r_{2j} \cdot A_{t-j}^I + \sum_{j=1}^n m_{2j} \cdot A_{t-j}^{II} + \sum_{j=1}^n s_{2j} \cdot A_{t-j}^{III} \\ A_t^{III} = o_3 + \sum_{j=1}^n r_{3j} \cdot A_{t-j}^I + \sum_{j=1}^n m_{3j} \cdot A_{t-j}^{II} + \sum_{j=1}^n s_{3j} \cdot A_{t-j}^{III} \end{cases} \quad (11)$$

Список використаних джерел:

1. Войнич Л.І. Функція Кобба-Дугласа як інструмент управління трудовими ресурсами сільських територій. *Молодий вчений*. 2018. № 3(2). С. 642–646. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2018_3\(2\)_58](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2018_3(2)_58) (дата звернення: 28.04.2021).
2. Засядько А.А., Королюк С.С. Моделювання максимізації прибутку на основі виробничої функції Кобба-Дугласа. *Системи обробки інформації*. 2017. № 2 (148). С. 168–173. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2017_2_33 (дата звернення: 28.04.2021).
3. Державна служба статистики. Офіційний сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 28.04.2021).
4. Харазішвілі Ю.М. Теоретичні засади визначення інноваційного внеску в економічне зростання. *Управління економікою: теорія та практика*. 2019. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/169754/02-Kharazishvili.pdf?sequence=1> (дата звернення: 28.04.2021).
5. Черкашина Т. Виробнича функція Кобба-Дугласа як інструмент політики економічного зростання України в умовах ринкових реформ. *Економіка та суспільство*. 2020. Вип. 21. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/26>. (дата звернення: 28.04.2021).
6. Acs Zoltan J. The continued search for the Solow residual: The role of national entrepreneurial ecosystem. 2014. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/106598/1/dp8652.pdf> (дата звернення: 28.04.2021).
7. Barro Robert J. Notes on growth accounting. *Journal of economic growth*. 1999. Vol. 4, no. 2. P. 119–137.
8. Griliches Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The bell journal of economics*. 1979. Vol. 10, no 1. P. 92–116.
9. Hall Robert E. Invariance properties of Solow's productivity residual. Cambridge : National Bureau of Economic Research, 1989. 62 p.
10. ILO (2020) International Labour Organization. Retrieved from: URL: <https://www.ilo.org/global/lang-en/index.htm> (дата звернення: 28.04.2021).
11. Jorgenson D., Griliches Z. The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies*. 1967. Vol. 34, no. 3. P. 249–283.
12. Lee Jeong-Joon. The adjusted SOLOW residual and asset returns. *Eastern Economic Journal*. 2007. Vol. 33, no. 2. P. 231–255.
13. Mulder Peter, De Groot, Hofkes Marjan. Economic growth and technological change: a comparison of insights from a neo-classical and an evolutionary perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. 2001. Vol. 68, no. 2. P. 151–171.
14. Solow Robert M. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*. 1957. Vol. 39, no 3. P. 312–320.
15. Timmer C. Peter. Managing structural transformation: a political economy approach. WIDER Annual Lecture 18. Unated-Nations University: UNU-WODER, 2014. 54 p.
16. UNCTAD (2020) Value added by industries at current prices. URL: http://data.un.org/Data.aspx?d=SNA&f=group_code%3a204 (дата звернення: 28.04.2021).
17. Weitzman Martin L. Soviet postwar economic growth and capital-labor substitution. *American Economic Review*. 1970. Vol. 60, no. 4. P. 676–692.

References:

1. Voinycha L.I. (2018) Funktsiia Kobba-Duglasa yak instrument upravlinnia trudovymy resursamy silskykh terytorii [Cobb-Douglas function as a tool for managing rural labor resources]. *Molodyi vchenyi*, no. 3 (2), pp. 642–646. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2018_3\(2\)_58](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2018_3(2)_58) (accessed 28 April 2021). (in Ukrainian)
2. Zasiadko A.A., Koroliuk S.S. (2017) Modeliuvannia maksymizatsii prybutku na osnovi vyrobnychoi funktsii Kobba-Duglasa. [Profit maximization modeling based on the Cobb-Douglas production function]. *Systemy obrobky informatsii*, no. 2 (148), pp. 168–173. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2017_2_33. (accessed 28 April 2021). (in Ukrainian)
3. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2020) [State Statistics Service]. Ofitsiynyi sait. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 28 April 2021). (in Ukrainian)
4. Kharazishvili Yu.M. (2019) Teoretychni zasady vyznachennia innovatsiinoho vnesku v ekonomichne zrostannia [Theoretical principles of determining the innovative contribution to economic growth]. *Upravlinnia ekonomikoiu: teoriia ta praktyka*. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/169754/02Kharazishvili.pdf?sequence=1> (accessed 28 April 2021). (in Ukrainian)
5. Cherkashyna T. (2020) Vyrobnycha funktsiia Kobba-Duglasa yak instrument polityky ekonomichnoho zrostannia Ukrainy v umovakh rynkovykh reform [Cobb-Douglas production function as an instrument of Ukraine's economic growth policy in the conditions of market reforms]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 21. Available at: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/26>. (accessed 28 April 2021). (in Ukrainian)

6. Acs Zoltan J. (2014) The continued search for the Solow residual: The role of national entrepreneurial ecosystem. Available at: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/106598/1/dp8652.pdf> (accessed 28 April 2021).
7. Barro Robert J. (1999) Notes on growth accounting. *Journal of economic growth*. Vol. 4 (2). P. 119–137.
8. Griliches Z. (1979) Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The bell journal of economics*. Vol. 10 (1). P. 92–116.
9. Hall Robert E. (1989) Invariance properties of Solow's productivity residual. Cambridge : National Bureau of Economic Research, 62 p.
10. ILO (2020) International Labour Organization. Available at: <https://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm> (accessed 28 April 2021).
11. Jorgenson D., Griliches Z. (1967) The explanation on productivity change. *Review of Economic Studies*. Vol. 34 (3). P. 249–283.
12. Lee Jeong-Joon (2007) The adjusted SOLOW residual and asset returns. *Eastern Economic Journal*. Vol. 33 (2). P. 231–255.
13. Mulder Peter, De Groot, Hofkes Marjan (2001) Economic growth and technological change: a comparison of insights from a neo-classical and an evolutionary perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 68 (2). P. 151–171.
14. Solow Robert M. (1957) Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*. Vol. 39 (3). P. 312–320.
15. Timmer C. Peter (2014) Managing structural transformation: a political economy approach. WIDER Annual Lecture 18. Unated-Nations University: UNU-WODER, 54 p.
16. UNCTAD (2020) Value added by industries at current prices. Available at: http://data.un.org/Data.aspx?d=SNA&f=group_code%3a204] (accessed 28 April 2021).
17. Weitzman Martin L. (1970) Soviet postwar economic growth and capital-labor substitution. *American Economic Review*. Vol. 60 (4). P. 676–692.