

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

MODELING OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY

УДК 331.1

Черноусова Ж.Т.

к.ф.-м.н., доцент кафедри
математичного моделювання
економічних систем
Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Острочрева М.А.

магістр
Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

У статті був проведений аналіз поняття економічного розвитку, а саме: економічного зростання, розглянуті основні чинники, фактори, здійснено пошук основних показників, що впливають на економічне зростання України, проаналізовані існуючі моделі та способи оцінки економічного зростання, створена економіко-математична модель, а також розроблений програмний продукт для проведення розрахунків.

Ключові слова: економічний розвиток, економічне зростання, оптимізація, економіко-математична модель.

В статье был проведен анализ понятия экономического развития, а именно экономического роста, рассмотрены основные факторы, факторы, осуществлен поиск основных показателей, влияющих на экономический рост Украины, проанализированы

существующие модели и способы оценки экономического роста, создана экономико-математическая модель, а также разработан программный продукт для проведения расчетов.

Ключевые слова: экономическое развитие, экономический рост, оптимизация, экономико-математическая модель.

Analysis of the concept of economic development, in particular economic growth, the basic factors, searched main indicators that have influence on the economic growth of Ukraine, analyzed existing models and methods for evaluating economic growth, created economic and mathematical model and developed the program for the calculation were investigated in the article.

Key words: economic development, economic growth, optimization, economic and mathematical model.

Постановка проблеми. Економічне зростання є найважливішим фактором соціально-економічного прогресу у довгостроковому періоді, оскільки воно передбачає зростання економічної могутності країни, збільшення обсягів суспільного виробництва і розширення можливостей економіки задовольняти зростаючі потреби населення в товарах і послугах. В Україні впродовж останніх років спостерігається погіршення галузевої структури економіки, зниження доходів населення, погіршення структури споживання і зменшення видатків на розвиток соціальної структури. Тому основне завдання, яке стоїть перед урядом, – досягнення стабільного економічного зростання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями питання економічного розвитку держави, а саме: її економічного зростання займалися такі науковці, як: В.В.Кириленко, О.М.Стрішенець, О. В. Носова, В. С. Костюк.

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення стратегії, що забезпечить економічне зростання держави.

Виклад основного матеріалу дослідження. Економічний розвиток держави є одним із найважливіших понять макроекономічної науки, яке відображає в цілому господарський прогрес, а саме: поступальний рух економіки вперед. Паралельно з економічним розвитком держави існує поняття економічного зростання. Економічне зростання розглядається макроекономічною наукою, як складова частина й одна з найважливіших характеристик економічного розвитку країни [8].

Основними джерелами економічного зростання є: збільшення нагромадження капіталу; зростання капіталоозброєності виробництва; зростання

сукупної продуктивності факторів виробництва; зростання органічної будови капіталу; технічні нововведення та освіта [4].

Одним зі Стратегічних пріоритетів Кабінету Міністрів України є макроекономічна стабілізація. Вона передбачає стабільність державних фінансів, низький рівень інфляції, високу стійкість фінансової системи. Протягом останніх десятиріч Україна здебільшого перебувала у стані постійної макроекономічної нестабільності – населення біднішало внаслідок високої інфляції та девальвації національної валюти, банкрутство підприємств призводило до втрати робочих місць, заощадження громадян знецінювалися одночасно з обвалом банківської системи. Значною мірою саме постійні економічні потрясіння спричинили істотне відставання України від сусідніх західних держав [1].

Для узагальнення економічних результатів функціонування національної економіки, дослідження динаміки макроекономічних показників та аналізу основних макроекономічних пропорцій у міжнародній і вітчизняній практиці використовується система національних рахунків (СНР), що є системою взаємопов'язаних економічних показників та класифікацій, які відображають найважливіші аспекти економічного розвитку, пов'язані з виробництвом і споживанням продуктів та послуг, розподілом і перерозподілом доходів, формуванням національного багатства країни [3].

Із великої кількості макроекономічних показників виділяють найголовніші, які найповніше характеризують розвиток економіки і зростання добробуту населення зокрема:

1. ВВП (валовий внутрішній продукт).
2. ВНП (валовий національний продукт).

3. ЧНП (чистий національний продукт).
4. НД (національний дохід).
5. ОД (особистий дохід) [7].

Сьогодні, незважаючи на високі показники залучення України у міжнародну торгівлю, за своїми структурними параметрами економіка України поки що не відповідає сучасним тенденціям глобального розвитку. Відкритість економіки України носить однобічний характер: при високій долі експорту та імпорту у ВВП, що свідчить про досить високий рівень лібералізації торгівлі, інші показники розвитку зовнішньоекономічних зв'язків залишаються низькими. Інвестиційна складова в Україні залишається дуже малою, а саме її підвищення слугує фактором розвитку внутрішнього ринку України і виражається в позитивному впливі припливу іноземного капіталу по лінії реструктуризації економіки, стримуванні інфляції внаслідок розширення виробництва, створення нових робочих місць, впровадження новітніх технологій та ефективних методів управління тощо.

Так можна зробити висновок про те, що для України властивий досить закритий характер економіки, що у подальшому буде враховане при побудові моделі, з якої виключимо зовнішні інвестиції та імпорт товарів.

Важливо також відмітити особливості платоспроможного сукупного попиту в Україні.

Основними компонентами моделі сукупного попиту, які відповідають структурі національного рахунку «Валовий внутрішній продукт за категоріями кінцевого споживання», є:

- 1) споживчий попит (основний елемент – кінцеві споживчі витрати домашніх господарств).
- 2) інвестиційний попит (основний елемент – валове нагромадження основного капіталу).
- 3) попит уряду (кінцеві споживчі витрати сектору загального державного управління).
- 4) чистий експорт (сальдо експорту-імпорту товарів і послуг) [2].

Саме тому у моделі обсяг сукупного платоспроможного попиту співпадає з ВВП.

У якості фонду споживання були взяті статистичні дані про наявний дохід населення України.

Таблиця 1

Вхідні дані

Роки	X(t) (ВВП)	Y(t) (НД)	R(t) (ФП)	S(t) (СПС)
2008	948056	360810	637762	948056
2009	913345	346676	483154	913345
2010	1082569	410579	573744	1082569
2011	1302079	478783	705417	1302079
2012	1411238	488603	792663	1411238
2013	1454931	497732	817633	1465198
2014	1586915	647781	875693	1586915
2015	1979458	876512	934714	1979458

Розглядаючи статистичні дані (Табл. 1), можна зробити висновок про те, що сукупний платоспроможний попит більший за фонд споживання за роками. Це говорить про ненасиченість ринку [9], тому є сенс розвивати саме внутрішній ринок України.

Нехай, маємо наступне рівняння обсягів ВВП:

$$X(t) = \alpha \cdot X(t) + Y(t), \quad (1)$$

де α – матеріалоємність валового продукту;

$X(t)$ – величина внутрішнього валового продукту в період;

$Y(t)$ – національний дохід в період.

Таким чином, матеріалоємність валового продукту визначатимемо за наступною формулою на основі статистичних даних, беручи у кінцевому рахунку середнє значення:

$$a = 1 - \frac{Y(t)}{X(t)}.$$

Також маємо рівняння для національного доходу:

$$Y(t) = R(t) + I(t), \quad (2)$$

де $R(t)$ – частка національного доходу, що затрачується на споживання (фонд споживання) у період;

$I(t)$ – частка національного доходу, що витрачається на накопичення у період. Причому накопичення можна подати у наступному вигляді:

$$I(t) = w \cdot Y(t), \quad (3)$$

де w – норма накопичення.

Норма накопичення визначатиметься, як середнє значення на основі статистичних даних.

Інакше накопичення можна представити у вигляді:

$$I(t) = \frac{1}{l} \cdot \frac{dX}{dt} = b_1 \cdot \frac{dX}{dt}, \quad (4)$$

де l – коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

b_1 – норма акселерації (фондомісткість).

Фондомісткість продукції – величина, обернена фондовіддачі. Вона показує частку вартості основних фондів, що припадає на кожну гривню продукції, що випускається [6]. Тому фондомісткість продукції візьмемо, як середнє значення на основі статистичних даних.

Введемо ще одне рівняння, що відображає динаміку цін:

$$\frac{dP}{dt} = m \cdot (S(t) - R(t)), \quad (5)$$

де $P(t)$ – середній рівень цін;

m – коефіцієнт еластичності цін;

$S(t)$ – величина платоспроможного попиту у період;

$R(t)$ – величина фонду споживання.

Коефіцієнт еластичності цін знайдемо, як середнє значення на основі статистичних даних.

Виразимо зміну фонду споживання:

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dt} &= ((1-w) \cdot Y(t))' = (1-w) \cdot \frac{dY}{dt} = \\ &= (1-w) \cdot \frac{(1-a) \cdot w \cdot Y(t)}{b_1} = \frac{w \cdot R(t) \cdot (1-a)}{b_1} \Rightarrow \\ &\frac{dR}{dt} = \frac{w \cdot R(t)}{b}, \end{aligned} \quad (6)$$

де $b = \frac{b_1}{1-a}$,

b_1 – норма акселерації;

α – матеріалоємність валового продукту.

Представимо значення платоспроможного попиту:

$$S(t) = \frac{D(t)}{P(t)}, \quad (7)$$

де $D(t)$ – грошова маса, що забезпечує платоспроможний попит в період. Тобто $D(t) = S(t) \cdot P(t)$.

Зміну грошової маси можна записати у вигляді:

$$\frac{dD}{dt} = v \cdot D(t) + (1+v) \cdot (q \cdot P(t) \cdot Y(t) - P(t) \cdot \min\{S(t), R(t)\}), \quad (8)$$

де v – коефіцієнт дисконтування, а саме відсоток, що нараховується по вкладам (депозитна ставка);

q – частка доходів населення у національному доході.

Коефіцієнт дисконтування v є інструментом стимулювання державою виробничої діяльності. Метою такого керування є мінімізація дисбалансу між величиною випуску продукції та попитом на неї, що визначається платоспроможністю, тобто співвідношенням грошових засобів D споживачів, що купують дану продукцію, до ціни на неї (уданому разі коефіцієнту споживчих цін). Виробнику невигідно виробляти кількість продукції, що буде більшою, ніж попит на неї. З одного боку попередити затримку монополістами випуску товарів можна шляхом зростання нарахувань на гроші, що зберігаються у банках. З іншого боку, якщо депозитна ставка зростає, то це веде до зростання грошової маси, поглиблює ненасиченість ринку, посилює інфляційні процеси, що створює умови для штучного завищення цін. Тому має існувати оптимальна величина відсотку по вкладам, що буде максимально стимулювати діяльність монополіста [5].

Коефіцієнт дисконтування візьмемо, як середнє значення на основі статистичних даних для ставки рефінансування НБУ (облікової ставки).

Знайдемо зміну платоспроможного попиту:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= v \cdot S(t) + (1+v) \cdot \left(q \cdot \frac{R(t)}{1-w} - \min\{S(t), R(t)\} \right) - \\ &\quad - \frac{S(t) \cdot m \cdot (S(t) - R(t))}{P(t)}, \end{aligned} \quad (9)$$

де v – депозитна ставка;

q – частка доходів населення у національному доході;

w – норма накопичення;

$P(t)$ – індекс споживчих цін відносно базового періоду часу в період;

m – коефіцієнт еластичності цін.

Таким чином, для відслідковування динаміки економічного зростання в Україні важливі значення показників фонду споживання, сукупного платоспроможного попиту та індексу цін.

Таким чином, із врахуванням виділених показників отримаємо модель у неперервному вигляді:

$$\frac{dP}{dt} = m \cdot (S(t) - R(t))$$

$$\frac{dS}{dt} = v(t) \cdot S(t) + (1+v(t)) \cdot \left(q(t) \cdot \frac{R(t)}{1-w} - \min\{S(t), R(t)\} \right) -$$

$$- \frac{S(t) \cdot m \cdot (S(t) - R(t))}{P(t)}$$

$$\frac{dR}{dt} = \frac{w \cdot R(t)}{b}$$

$$\int_0^T e^{-v(t) \cdot t} \cdot P(t) \cdot \min\{S(t), R(t)\} dt \rightarrow \max$$

$$\int_0^T \max\{S(t) - R(t), 0\} dt \rightarrow \min$$

$$v_1 < v(t) < v_2$$

$$q_1 < q(t) < q_2$$

де $P(t)$ – індекс споживчих цін відносно базового періоду часу в період;

$S(t)$ – величина платоспроможного попиту у період;

$R(t)$ – частка національного доходу, що затрачається на споживання (фонд споживання) у період;

m – коефіцієнт еластичності цін;

v – депозитна ставка;

q – частка доходів населення у національному доході;

w – норма накопичення;

α – матеріалоємність валового продукту;

b – коефіцієнт, що відповідає співвідношенню норми акселерації та коефіцієнту ефективності капіталовкладень.

Перепишемо модель із неперервного вигляду у дискретний:

$$\sum_{i=\tau}^T e^{-v(\tau) \cdot \tau} \cdot P(\tau) \cdot \min\{S(\tau), R(\tau)\} \rightarrow \max$$

$$\sum_{i=\tau}^T \max\{S(\tau) - R(\tau), 0\} \rightarrow \min$$

Отримана модель являє собою багатокритеріальну задачу з двох критеріїв, один з яких прямує на максимум, а інший – на мінімум. Причому в основі критерії лежать три диференційні рівняння.

Розв'яжемо розроблену економіко-математичну модель з використанням двох методів: згортки та множини Парето.

Спочатку згорнемо отримані два критерії в один, що прямуватиме на максимум, причому необхідно змінити знак другого критерію на протилежний, адже спочатку він прямував на мінімум:

Початкові дані

	X(t) (ВВП)	Y(t) (НД)	R(t) (ФП)	S(t) (СПС)	P(t)	ФОТ r(t)		
2008	150964,3312	57454	101554,5	150964	125,2	74915		
2009	114382,5924	43416	60507,7	114383	115,9	56524	m	0,000015
2010	136429,6156	51743	72305,48	136430	109,4	68135	b1	1,51773
2011	163167,7945	59998	88398,12	163168	108	79790	w	0,4941
2012	176625,5319	61152	99206,88	176626	100,6	92177	a	0,619194
2013	182093,9925	62294	102332	183379	99,7	96064	v	10,78
2014	110509,4011	45110	60981,41	110509	112,1	51180	q	0,4856
2015	87664,21612	38818	41395,66	87664	148,7	34485		

$$a_1 \cdot \sum_{i=\tau}^T e^{-v(\tau) \cdot \tau} \cdot P(\tau) \cdot \min\{S(\tau), R(\tau)\} - a_2 \cdot \sum_{i=\tau}^T \max\{S(\tau) - R(\tau), 0\} \rightarrow \max \quad (10)$$

У якості вхідних даних скористаємося інформацією про основні макроекономічні показники, а саме: річні обсяги валового внутрішнього продукту, національного доходу, фонду споживання. Сукупного платоспроможного попиту, індексу споживчих цін, фонду оплати праці. Дані наведені за 2008–2015 роки. Також необхідно зазначити коефіцієнт еластичності цін, коефіцієнт фондомісткості, норма накопичення, матеріалоємність продукції, депозитна ставка та частка доходів населення у валовому внутрішньому доході (Табл. 2):

Для реалізації методу згортки без можливості у якості вагових коефіцієнтів скористатися оцінками експертів, здійснимо їх послідовний перебір спочатку для варіанту, коли змінюється норма накопичення, а депозитна ставка і частка доходів населення залишаються незмінними, а потім навпаки.

На основі цього отримуємо наступні значення (Табл. 3):

Таблиця 3

Отримані дані для варіанту зміни норми накопичення

integ	m1	m2	w
1.934820	0.750000	0.250000	0.330000
1.934111	0.750000	0.250000	0.280000
1.929149	0.750000	0.250000	0.380000
1.915335	0.750000	0.250000	0.430000
1.890942	0.750000	0.250000	0.480000
1.884977	0.700000	0.300000	0.280000
1.878058	0.700000	0.300000	0.330000
1.863422	0.700000	0.300000	0.380000
1.852494	0.750000	0.250000	0.530000
1.838953	0.700000	0.300000	0.430000

На основі розрахункових даних побудуємо графік залежності інтегруючого показника від норми накопичення (Рис. 1):

Бачимо, що інтегруючий показник та норма накопичення нелінійно залежать один від одного.

При зростанні норми накопичення значення інтегрального показника зменшується при вагових коефіцієнтах, що забезпечують максимальне значення інтегрального показника.

Залежність інтегруючого показника від норми накопичення

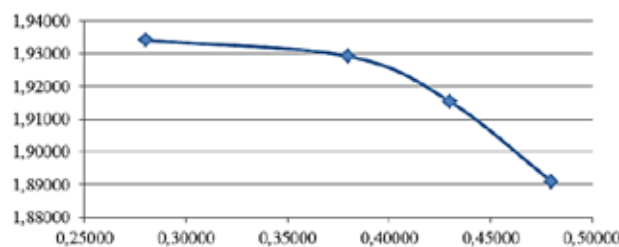


Рис. 1. Графік залежності інтегруючого показника від норми накопичення

Змінюючи значення депозитної ставки та частки доходів населення при незмінній нормі накопичення, отримуємо наступні дані (Табл. 4):

Таблиця 4

Отримані дані для варіанту зміни депозитної ставки та частки доходів населення

integ	m1	m2	q	v
2,043544	0,75	0,25	0,39	0,007
2,040324	0,75	0,25	0,39	0,008
2,037108	0,75	0,25	0,39	0,009
2,035754	0,75	0,25	0,395	0,007
2,033896	0,75	0,25	0,39	0,01
2,032523	0,75	0,25	0,395	0,008
2,030689	0,75	0,25	0,39	0,011
2,029297	0,75	0,25	0,395	0,009
2,027964	0,75	0,25	0,4	0,007
2,027485	0,75	0,25	0,39	0,012
2,026075	0,75	0,25	0,395	0,01
2,024723	0,75	0,25	0,4	0,008
2,024286	0,75	0,25	0,39	0,013
2,022857	0,75	0,25	0,395	0,011
2,021487	0,75	0,25	0,4	0,009

На основі розрахункових даних побудуємо графіки залежності інтегруючого показника від депозитної ставки (Рис. 2):

Залежність інтегруючого показника від депозитної ставки при незмінній частці доходів населення

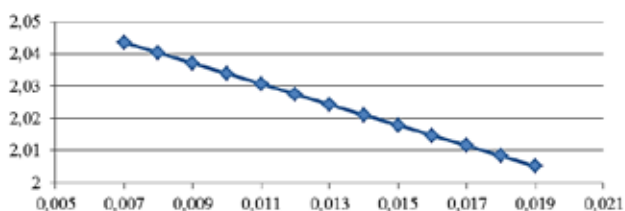


Рис. 2. Графік залежності інтегруючого показника від депозитної ставки

На основі розрахункових даних побудуємо графіки залежності інтегруючого показника від частки доходів населення (Рис. 3):

Залежність інтегруючого показника від частки доходів населення при незмінній депозитній ставці

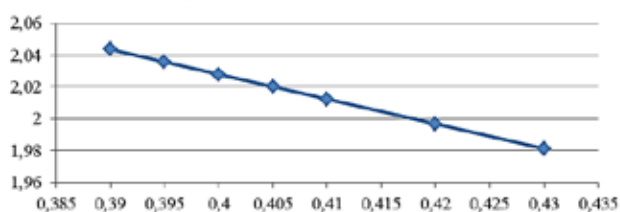


Рис. 3. Графік залежності інтегруючого показника від частки доходів населення

Бачимо, що, при зростанні депозитної ставки при незмінній частці доходів населення, інтегруючий показник зменшується. Аналогічно є ситуація для зміни частки доходів населення, при збільшенні якої при незмінній депозитній ставці веде до спадання інтегруючого показника за значень вагових коефіцієнтів, що забезпечують максимальне значення інтегруючого показника.

Висновки з проведеного дослідження. Максимальне значення інтегруючого показника досягається при значеннях вагових коефіцієнтів 0,75 та 0,25 відповідно для варіанту зміни норми накопичення, що складає при цьому 0,33. При подальших змінах вагових коефіцієнтів чи норми накопичення, значення інтегрального показника зменшується, а необхідно знайти його максимальне значення.

Що стосується варіанту зміни частки доходів населення та депозитної ставки, то максимальне значення інтегруючого показника досягається при значеннях вагових коефіцієнтів 0,75 та 0,25 відповідно, при цьому значення депозитної ставки складає 0,007, а частки доходів населення – 0,39. При подальших змінах вагових коефіцієнтів чи частки доходів і депозитної ставки, значення інтегрального показника зменшується, а необхідно знайти його максимальне значення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. План пріоритетних дій Уряду на 2016 рік. Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 травня 2016 р. № 418-р
2. В.Н. Беленцов Формирование совокупного спроса в Украине в условиях трансформации собственности. Государственный университет управления, Донецк. ISSN 1562-109X
3. Економічна теорія: Політекономія: Підручник / за ред. В.Д. Базилевича; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – 9-те вид., доповн. – К.: Знання, 2014. – 710 с.
4. Національна економіка: Навч. посіб. / А.Ф. Мельник, А.Ю. Васіна, Т.Л. Желюк, Т.М. Попович; за ред. А.Ф. Мельник. – К.: Знання, 2011. – 463 с.
5. М. В. Михалевич Работы академика В. С. Михалевича по исследованию переходной экономики. Кибернетика и системный анализ. 2005. № 2
6. Герезенко І.М., Томчук О.Ф. Вінницький національний аграрний університет, Україна [Електронний ресурс]: Фіналітична оцінка ефективності використання основних засобів– Режим доступу: http://www.rusnauka.com/14_NPRT_2011/Economics/6_86089.doc.htm
7. Гроші та кредит [Електронний ресурс]: 2. Основні макроекономічні показники. – Режим доступу: <http://www.megos.org.ua/grochi%20ta%20kredyt.7.2.html>
8. М. І. Небава Теорія макроекономіки [Електронний ресурс]: 12.1 Економічне зростання та економічний розвиток. Джерела та фактори економічного зростання – Режим доступу: http://posibnyky.vntu.edu.ua/makro_ek/12.htm
9. Онлайн бібліотека економіста [Електронний ресурс]: 6.1.4. Модель «товар – ринок» – Режим доступу: <http://library.if.ua/book/44/3025.html>

REFERENCES:

1. Plan prioritytynkh diy Uryadu na 2016 rik. Zatverdzheno rozporjadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 27 travnya 2016 r. No 418-r
2. V.N. Belentsov Formyrovanye sovokupnoho sprosa v Ukrayne v uslovuyakh transformatsyy sobstvennosti. Hosudarstvennyy unyversytet upravlenyya, Donetsk. ISSN 1562-109X
3. Ekonomichna teoriya: Politekonomiya: Pidruchnyk / za red. V.D. Bazylevycha; Kyiv. nats. un-t im. T. Shevchenka. – 9-te vyid., dopovn. – K.: Znannya, 2014. – 710 s.
4. Natsional'na ekonomika: Navch. posib. / A.F. Mel'nyk, A.Yu. Vasina, T.L. Zhelyuk, T.M. Popovych; za red. A.F. Mel'nyk. – K.: Znannya, 2011. – 463 s.
5. M. V. Mykhalevych Raboty akademyka V. S. Mykhalevycha po yssledovanyyu perekhodnoy ekonomyyu. Kybernetyka y systemnyy analiz. 2005. No 2
6. Herezhenko І.М., Tomchuk О.Ф. Vinnyts'kyy natsio-nal'nyy ahrarnyy universytet, Ukrayina [Elektronnyy resurs]: Fnalitychna otsinka efektyvnosti vykorys-tannya osnovnykh zasobiv– Rezhym dostupu: http://www.rusnauka.com/14_NPRT_2011/Economics/6_86089.doc.htm
7. Hroshi ta kredyt [Elektronnyy resurs]: 2. Osnovni makroekonomichni pokaznyky. – Rezhym dostupu: <http://www.megos.org.ua/grochi%20ta%20kredyt.7.2.html>
8. М. І. Nebava Teoriya makroekonomiky [Elektronnyy resurs]: 12.1 Ekonomichne zrostannya ta ekonomichnyy rozvytok. Dzherela ta faktory ekonomichnoho zrostannya – Rezhym dostupu: http://posibnyky.vntu.edu.ua/makro_ek/12.htm
9. Onlayn biblioteka ekonomista [Elektronnyy resurs]: 6.1.4. Model' «tovar – rynok» – Rezhym dostupu: <http://library.if.ua/book/44/3025.html>