

FRI-2G.404-1-EM2-06

THE ROLE OF MACHINERY INVESTMENTS IN BULGARIA'S ECONOMIC GROWTH: AN ECONOMETRIC APPROACH^{20; 21}

Assist. Prof. Galina Ruseva, PhD

Department of Economics and International Relations,
University of Ruse "Angel Kanchev"

Phone: 082-888 557

E-mail: gruseva@uni-ruse.bg

Abstract: The study examines the relationship between investments in machinery, equipment, and means of transport and the GDP of Bulgaria in the period following the Global Financial Crisis. Using data on the expenditure of acquisition of tangible fixed assets in machinery, equipment, and means of transport from the National Statistical Institute (NSI), the study employs an autoregressive distributed lag (ARDL) model to examine the dynamic effects of these investments. The results demonstrate a significant positive short-term effect of investments in machinery on the GDP growth of the Bulgarian economy, highlighting their major role in accelerating economic growth. Strategic investments in advanced machinery and equipment not only lead to significant improvements in productivity, technological development, and competitiveness, but are also a key driver of long-term economic growth.

Keywords: economic growth, machinery investments, autoregressive distributed lag, expenditure on acquisition of tangible fixed assets in machinery equipment and means of transport, Bulgaria,

JEL Code: O4

ВЪВЕДЕНИЕ

Икономическият растеж на една страна е тясно свързан с нивото на капиталовите вложения, които имат ключова роля за устойчивото развитие на всяка икономика. Тези инвестиции могат да бъдат от различен характер и да се осъществяват в различни сектори, което води до разнообразно по степен и интензитет влияние върху брутния вътрешен продукт (БВП). Всеки вид капиталова инвестиция има специфично въздействие, като някои типове могат да стимулират по-бърз и значителен икономически растеж, докато други оказват по-умерен ефект. В този контекст инвестициите в машини и оборудване играят ключова роля, тъй като осигуряват основа за увеличаване на производителността и технологичния напредък (Jorgenson, D.W. and Vu, K., 2010). Инвестициите в машини и оборудване са свързани с по-бърз икономически растеж в дългосрочен план (De Long, J.B. and Summers, L.H., 1991, стр. 450-453). Редица проучвания предоставят теоретична и емпирична подкрепа за силното положително въздействие на вложенията в машини и оборудване върху ръста на БВП.²² Стратегическите инвестиции в модерни технологии играят важна роля за устойчивото повишаване на производителността (OECD, 2020, стр. 42-44). Внедряването и разпространението на нови технологии не само повишава производителността, но и стимулира създаването на иновации които са в основата на технологичния напредък и нарастването на икономиката. Новата технология, която е въплътена в машините и оборудването, се трансферира в останалия капитал, като по този начин се превръща в друг източник на растежа (Pakko, M., 2002).

²⁰ Докладът е представен на научна сесия на 25 октомври 2024 в секция ИКОНОМИКА И МЕНИДЖМЪНТ с оригинално заглавие на български език: РОЛЯТА НА ИНВЕСТИЦИИТЕ В МАШИНИ ЗА ИКОНОМИЧЕСКИЯ РАСТЕЖ НА БЪЛГАРИЯ: ИКОНОМЕТРИЧЕН ПОДХОД.

²¹ Публикацията е финансирана по проект на ФНИ и Русенски университет „Ангел Кънчев“, номер 24-БМ-01, с наименование „Изследване на предизвикателствата и перспективите пред българските организации в условията на дигитализация и интернационализация на икономиката“.

²² Виж DeLong, B. J. and Summers, L. (1992), Sala-i-Martin, X. (1997), Jalilian, H. and Odedokun, M. O., (2000).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Въпреки важността на този вид вложения, в България се наблюдава неблагоприятна тенденция. Инвестициите в машини, оборудване и транспортни средства (машини) показват отрицателен ръст в периода 2016 – 2020 г., според данни от Националния статистически институт (НСИ, 2018-2023). Делът на тези инвестиции в общите разходи за придобиване на дълготрайни материални активи е намалял с около 11 процентни пункта, от 49% на 38%. Най-същественото намаление на вложенията в машини е през кризисната 2020 година, когато спадът достига -9,22%. Въпреки че през следващите две години инвестициите започват да нарастват, те не успяват да се върнат на предкризисните си нива. В същото време през последните години динамиката на БВП също е подложена на колебания. За периода 2015-2019 г. икономиката на България е отбелязала стабилен, макар и умерен ръст от около 3-4% на година. Въпреки това, пандемията от COVID-19 доведе до спад в икономическата активност, като реалният брутен вътрешен продукт се сви с приблизително 4%. Спадът, предизвикан от пандемичната криза е последван от частично възстановяване през 2021 г. и 2022 г.

Нестабилността на инвестициите в машини и оборудване, наред с колебанията в ръста на БВП, поражда необходимостта от по-задълбочен иконометричен анализ. Настоящото изследване цели да извърши иконометрична оценка на ролята на тези инвестиции за растежа на БВП на България за периода 2009 – 2022 г. Изследваният период е съобразен със значителното влияние на Глобалната финансова криза и отразява икономическите условия и предизвикателства след нея. В анализа са използвани годишни данни за БВП и разходите за придобиване на дълготрайни материални активи (ДМА) в машини, оборудване и транспортни средства, предоставени от Националния статистически институт (НСИ, 2011-2023). За осигуряване на съпоставимост на динамичните редове и точност на резултатите, разходите за машини и транспортни средства са преобразувани от хиляди в милиони, а номиналните стойности на БВП и разходите за машини са приведени в реални величини чрез дефлатора на БВП в национална валута. Освен това, променливите в модела са преобразувани в натурални логаритми, за да се интерпретират като темпове на изменение.

Връзката между икономическия растеж и разходите за придобиване на машини може да бъде изразена чрез авторегресионен модел с разпределени лагове ARDL(p,q) на Песаран, Шин и Смит (Pesaran MH, Shin Y, Smith RJ, 2001) по следния начин:

$$y_t = c_0 + c_1 t + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i x_{t-i} + u_t, \quad (1)$$

където y е БВП, x - разходите за придобиване на машини, оборудване и транспортни средства, β е дългосрочната еластичност, а u_t съставлява случайният компонент. Константата в модела c_0 представлява вектор стълб с $k+1$ елементи, а c_1 – $(k+1)$ вектор на коефициентите пред времеви тренд. Оптималните лагове p и q могат да се различават за всяка от променливите.

Взаимодействието между дългосрочните и краткосрочните отношения се изразява в формулирането на уравнение (1) чрез модел с корекция на грешката:

$$\Delta y_t = c_0 + c_1 t - \alpha(y_{t-1} - \theta x_{t-1}) + \sum_{i=1}^{p-1} \psi_{xi} \Delta y_{t-i} + \omega' \Delta x_t + \sum_{i=1}^{q-1} \psi'_{xi} \Delta x_{t-i} + u_t, \quad (2)$$

с коефициент на приспособяване към равновесно състояние $\alpha = 1 - \sum_{j=1}^p \phi_j$ и дългосрочен коефициент на еластичност $\theta = \frac{\sum_{j=0}^q \beta_j}{\alpha}$. Δ представлява оператор на първите разлики, а u_t е стохастичен процес.

Наличието на коинтеграционна връзка се проверява чрез сравнение на F-статистиката с критичните стойности за нулевата хипотеза $H_0^F: (\alpha = 0) \cap (\sum_{j=0}^q \beta_j = 0)$. Песаран, Шин и Смит предоставят долна граница $I(0)$ и горна граница $I(1)$ на асимптотичните критични стойности, които зависят от броя на регресорите и детерминистичните елементи на модела

(Pesaran MH, Shin Y, Smith RJ, 2001). Дългосрочната връзка се потвърждава при отхвърляне на нулевата хипотеза, когато тестовата статистика превишава горната граница на критичните стойности.

Авторегресионният коинтеграционен модел с разпределени лагове (ARDL) предлага гъвкавост относно порядъка на интеграция на променливите. В този модел регресорите могат да бъдат интегрирани както от първи, така и от нулев порядък – $I(1)$ и/или $I(0)$, докато зависимата променлива трябва да бъде интегрирана от първи ред – $I(1)$. За успешното прилагане на ARDL модела е необходимо променливите да не са интегрирани от втори порядък, т.е. $I(2)$, тъй като това би довело до невалидни стойности на получените емпирични значения на F-критерия.

Анализът на характеристиките на променливите е проведен чрез теста на Дики–Фулър (ADF - Augmented Dickey–Fuller), разработен от Елиът, Ротенберг и Сток (Elliott, G.R., T. J. Rothenberg, and J. H. Stock, 1996). Преди да бъде приложен разширеният тест на Дики–Фулър, редовете са преобразувани с метода на обобщените най-малки квадрати (General Least Squares – GLS). На проверка подлежи нулевата хипотеза, която гласи, че редовете съдържат единичен корен, т.е. присъства нестационарност. Алтернативната хипотеза предполага, че редовете са стационарни, с константа или следват линеен тренд. Броят на оптималните лагове е определен въз основа на информационния критерий на Шварц (Schwarz, G., 1978).

Резултатите от анализа на наличието на единичен корен в нивата (логаритмите на променливите) и в първите разлики на БВП, както и на разходите за придобиване на ДМА в машини, оборудване и транспортни средства (инвестиции в машини), са изложени в таблица 1. Моделът, който включва константа, без линеен тренд, показва стационарност на инвестициите в машини – $I(0)$, докато резултатите от модела с включен тренд демонстрират, че редовете на тази променлива са интегрирани от първи порядък – $I(1)$. Доколкото нивата на БВП са нестационарни (както е видно в таблица 1), и нулевата хипотеза е отхвърлена при анализа на първите разлики, можем да заключим, че БВП е интегриран от първи порядък – $I(1)$.

Таблица 1. Резултати от тестването за единичен корен в динамичните редове с ADF-GLS

		БВП	Инвестиции в машини
Равнища	константа	0.121	-2.491**
	тренд	-2.522	-2.535
Първи разлики	константа	-4.532***	-4.063***
	тренд	-5.191***	-4.623***
Бележка: Оценките, с които се отхвърля нулевата хипотеза при равнище на значимост $\alpha=0,1$, $\alpha=0,05$ и $\alpha=0,01$ са означени съответно с *, ** и ***.			

Заключенията от тестовете за порядъка на интегрираност на променливите показват, че са изпълнени условията за приложение на авторегресионния модел с разпределени лагове. Резултатите от анализа на коинтеграцията (дългосрочната зависимост) между брутният вътрешен продукт и инвестициите в машини са представени в таблица 2. В допълнение, стойностите на краткосрочните и дългосрочните коефициенти на еластичност, както и диагностичните тестове на модела, също са указани в таблицата. В регресионното уравнение е включен ограничен в дългосрочната връзка, статистически значим тренд. Изборът на лагове е съобразен с информационния критерий на Акайке (Akaike, H., 1974), който обуславя три лага за БВП и за разходите за придобиване на машини, оборудване и транспортни средства – ARDL(3,3). При проследяване на коефициентите на еластичност в авторегресионния модел е включена инструментална променлива за пандемичната криза от 2020 г., която е статистически значима и показва отрицателното влияние върху инвестициите

в машини на здравната и икономическа криза, причинена от коронавируса. Съгласно Песаран, Шин и Смит, инструментални променливи могат да бъдат използвани, без да се компрометират асимптотичните свойства на тестовете, стига те да клонят към нула, когато редовете се увеличават (Pesaran M.H. et.al., 2001, p.307).

Получените резултати от тестовете на границите ясно показват наличието на дългосрочна зависимост между БВП и разходите за придобиване на машини, оборудване и транспортни средства. Емпиричната стойност на F-статистиката в теста на Уалд (Wald) значително надвишава горната граница $I(1)$ при ниво на значимост от 0.01 (1% вероятност от грешка), което потвърждава съществуването на коинтеграционна връзка между разглежданите променливи. В съответствие с получените резултати за дългосрочните отношения, коефициентът на корекция на грешката е със стойност от 0.905, статистически значим е и притежава съответния отрицателен знак. Процесът на възстановяване към равновесно състояние между БВП и разходите за машини протича сравнително бързо, като променливите се връщат в равновесие за приблизителен период от една година.

Въпреки установеното наличие на дългосрочна връзка между БВП и инвестициите в машини, в настоящото изследване дългосрочният коефициент на еластичност на БВП спрямо разходите за придобиване на машини не показва статистическа значимост. Това обстоятелство може да се дължи на изследвания период, който разглежда променливите в средносрочен контекст.²³ От друга страна краткосрочният коефициент на еластичност на БВП спрямо разходите за машини, който е 0.513, е статистически значим и ясно демонстрира значителното влияние на инвестициите в машини върху икономическия растеж на страната. Този резултат показва, че всяко увеличение на инвестициите в машини, оборудване и транспортни средства с 1% води до повишение на БВП с 0.5%. Тези данни подчертават важната роля на инвестициите в машини за растежа на икономиката и за преодоляване на краткосрочните спадове на БВП.

Таблица 2. Резултати от приложението на ARDL и диагностични тестове на модела

	коэф.	ст.гр.
Дългосрочен	0.333	(0.072)
Краткосрочен	0.513**	(0.018)
Тренд	0.037**	(0.002)
Инстр. пром. 2020	-0.039**	(0.001)
Корек. на грешката	-0.905**	(0.021)
R^2	0.999	
Ст. грешка	0.0006	
Лагове	ARDL(3,3)	
	стат.	p.-ст.
Нормално разпределение	0.302	0.860
Хетероскедастичност	2.543	0.454
F-критерий	189.314	
Граници	$I(0)$	$I(1)$
1%	6.1	6.73
5%	4.68	5.15
10%	4.05	4.49
Бележка: Статистическата значимост на коефициентите при равнище на значимост $\alpha=0,1$, $\alpha=0,05$ и $\alpha=0,01$ е означена съответно с *, ** и ***.		

²³ Pesaran и съавтори доказват, че стандартните t- и F-тестове за дългосрочните параметри в модели с корекция на грешката са валидни дори в малки извадки, при условие че коинтеграционната връзка и лаговете структури на променливите са правилно специфицирани. (Pesaran, H.M., 1997, pp. 182-185; Pesaran M.H. and Shin, Y., 1999, pp. 381-387; 404-405)

Диагностиката на авторегресионния модел (вж. табл. 2) потвърждава валидността на резултатите. Осьществените тестове показват нормално разпределение на остатъчния компонент и липса на хетероскедастичност. Коефициентът на детерминация R^2 от 0.999 показва, че използваният подход обяснява 99% от вариацията в зависимата променлива, а стандартната грешка от 0.0006 предполага, че регресионният анализ е надежден и прецизен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването на ролята на инвестициите в машини, оборудване и транспортни средства върху икономическия растеж на България, базирано на авторегресионния модел с разпределени лагове (ARDL), показва ясно положителното въздействие на този вид вложения. Анализът подчертава, че краткосрочните ефекти от инвестициите в машини са изразени особено силно. Увеличаване на разходите за машини с 10% води до нарастване на БВП на България с приблизително 5% в краткосрочен план. В допълнение, наличието на дългосрочна връзка между разходите за машини и БВП показва, че инвестициите в машини не само повишават производителността в краткосрочен аспект, но също така служат като двигател за устойчив икономически растеж. Моделът демонстрира висока степен на приспособяване към равновесие (коефициент на корекция на грешката -0.905 , $\alpha < 0.05$), което индикира, че всяко отклонение от дългосрочното равновесие между разходите за машини и БВП се коригира с интензивна скорост. Това е доказателство, че българската икономика е способна да се възстанови относително бързо от външни шокове, когато значителна част от инвестициите се насочат към машини, оборудване и транспортни средства. Освен това, включената в модела инструментална променлива, свързана с кризата от COVID-19 през 2020 г., е статистически значима при 1% вероятност от грешка, което подчертава чувствителността на инвестициите към външни шокове и доказва важността на тези вложения в контекста на икономическите кризи.

В заключение, резултатите от настоящото изследване подчертават ключовата роля на инвестициите в машини и оборудване за икономическия растеж на България. Техните ефекти са особено изразени в краткосрочен план и предоставят основа за разработване на стратегии за справяне с кризи, предизвикани от външни фактори. На базата на тези резултати могат да се направят препоръки за насърчаване на капиталовите вложения в технологично модернизиране на производствената база. Това би довело не само до подобрения в производителността и технологичното развитие, но и до устойчиво повишаване на конкурентоспособността и жизнения стандарт на населението в дългосрочен план.

REFERENCES

- Akaike, H. (1974) A new look at the statistical model identification, *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-19, pp. 716-23.
- De Long, J.B. and Summers, L.H. (1991) Equipment investment and economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 445-502.
- Delong, B. J. and Summers, L. (1992) Equipment investment and economic growth: how strong is the nexus, *Brookings Paper on Economic Activity*, Economic Studies Program, *The Brookings Institution*, vol. 23(2), pp. 157-212.
- Elliott, G. R., T. J. Rothenberg, and J. H. Stock (1996) Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica* 64: 813-836.
- Jalilian, H. and Odedokun, M. O. (2000) Equipment and non-equipment private investment: a generalized Solow model, *Applied Economics*, 32, Issue 3, pp. 289-296
- Jorgenson, D.W. and Vu, K. (2010) Potential growth of the world economy, *Journal of Policy Modeling*, 32(5): 615-638.
- NSI (2011-2023) Statistical reference book (**Оригинално заглавие:** НСИ, Статистически справочник, София, 2011-2023 г.
- OECD (2020) The Future of Productivity. Available at: <https://www.oecd.org/economy/the-future-of-productivity.htm> (Accessed: 28 September 2024).

Pakko, M. (2002) Investment-Specific Technology Growth: Concepts and Recent Estimates. *The Federal Reserve Bank of St. Louis*, USA, Nov., pp. 37–48.

Pesaran MH, Shin Y, Smith RJ (2001) Bounds testing approaches to the analysis of level relationships, *Journal of Applied Econometrics* 16:289–326.

Pesaran, H.M. (1997) The role of economic theory in modelling the long run, *Economic Journal*, Vol.107, pp. 182-185.

Pesaran M.H. and Shin, Y. (1999) An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis, in S. Strom (ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press, Cambridge, Ch.11, pp. 371-413.

Sala-i-Martin, X. (1997) I just ran four million regressions, *American Economic Review*, Vol. 87, No. 2, pp. 178–83.

Schwarz, G. (1978) Estimating the dimension of a model, *Annals of Statistics*, 6, pp. 461-64.