

80. ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ: АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ КОББА-ДУГЛАСА

Рыбак К.А., студент группы 377901

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Хацкевич Г.А. – доктор экономич. наук, профессор каф. ЭИ

В работе рассматривается влияние технологического прогресса на экономический рост через анализ эластичности факторов производства капитала и труда с применением метода наименьших квадратов. На основе данных за период 2000–2019 гг.

Научно-технический прогресс (НТП) является ключевым фактором экономического роста. В моделировании НТП часто используется концепция нейтральности по Хиксу, при которой предельная норма замещения факторов производства капитала и труда остается неизменной при изменении технологического уровня. Для анализа НТП применяются динамические производственные функции, позволяющие учесть влияние времени на производительность факторов.

В качестве производственной функции чаще всего используется функция Кобба-Дугласа:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta \quad (1),$$

где Y_t – ВВП; A_t – параметр НТП; K_t – инвестиции в основной капитал; L_t – количество занятых людей, α , β , – эластичности выпуска по капиталу и труду соответственно.

Для оценки параметров методом МНК прологарифмируем производственную функцию:

$$\ln Y_t = \ln A_0 + gt + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t + \varepsilon_t \quad (2),$$

где ε_t – случайная ошибка.

Пусть $y_t = \ln Y_t$, $a = \ln A_0$, $k_t = \ln K_t$, $l_t = \ln L_t$. Тогда модель имеет вид:

$$y_t = a + gt + \alpha k_t + \beta l_t + \varepsilon_t \quad (3),$$

Для оценки параметров a , g , α , β методом наименьших квадратов минимизируется сумма квадратов отклонений:

$$\sum_{t=1}^T (y_t - a - gt - \alpha k_t - \beta l_t)^2 \rightarrow \min \quad (4),$$

Решение этой задачи дает оценки коэффициентов $\hat{a}$ – оценка эластичности по капиталу, $\hat{\beta}$ – оценка эластичности по труду, $\hat{g}$ – оценка темпа технологического прогресса.

Оценка параметров модели проводилась на основе данных по экономике Республики Беларусь за период с 2000 по 2019 год. В расчётах использовались показатели ВВП, объёма инвестиций в основной капитал и численности занятых. Логарифмированная форма производственной функции позволила применить метод наименьших квадратов. С помощью Excel была построена регрессионная модель, в которой зависимой переменной выступал логарифм ВВП, а независимыми — логарифмы капитала и труда, а также временной фактор.

Результаты оценки показали, что коэффициент при капитале α составил 0.3824, что свидетельствует о том, что выпуск в умеренной степени зависит от капитала: увеличение капитала на 1% приводит к росту ВВП примерно на 0.38%. Коэффициент при труде β равен 0.2253, что указывает на более слабую зависимость выпуска от труда по сравнению с капиталом.

Одним из ключевых предположений производственной функции Кобба-Дугласа является гипотеза о постоянной отдаче от масштаба, которая формально выражается условием:

$$\alpha + \beta = 1 \quad (5),$$

где α , β , – эластичности выпуска по капиталу и труду соответственно.

Это означает, что увеличение затрат капитала и труда в одинаковой пропорции приводит к пропорциональному росту выпуска. В исследовании оценки коэффициентов эластичности составили: $\alpha = 0.3824$, $\beta = 0.2253$. Сумма

$$\alpha + \beta = 0.6077 \quad (6).$$

Что значительно меньше 1. Это указывает на убывающую отдачу от масштаба в экономике Беларуси за период 2000–2019 гг.

Темп научно-технического прогресса g оценён как -0.0669 . Отрицательное значение может свидетельствовать о снижении эффективности технологий с течением времени.

Важным аспектом анализа является проверка статистической значимости полученных оценок. Для этого были рассчитаны стандартные ошибки коэффициентов и t -статистики. Результаты показали, что коэффициенты при капитале и труде являются статистически значимыми на уровне 5%, тогда как оценка темпа технологического прогресса (g) не достигла статистической значимости. Это указывает на необходимость дальнейшего исследования факторов, влияющих на технологическое развитие.

Для проверки адекватности модели был проведён тест на мультиколлинеарность между независимыми переменными. Значения коэффициентов корреляции между логарифмами капитала и труда оказались умеренными, что подтверждает отсутствие сильной мультиколлинеарности. Это позволяет считать оценки параметров модели надёжными.

Сравнение вклада труда и капитала показывает, что инвестиции в основной капитал играют более значимую роль в росте ВВП, чем численность занятых. Это согласуется с общей тенденцией для стран с переходной экономикой, где накопление физического капитала остаётся ключевым драйвером роста, тогда как демографические факторы или качество человеческого капитала могут ограничивать развитие.

Свободный член уравнения равен 13.972, что соответствует логарифму начального параметра научно-технического прогресса $\ln A_0$. На основе этого можно рассчитать параметр A_t . Данные представлены на рисунке 1.

Год	ВВП, долл. США	Инвестиции в основной капитал, долл. США	Кол-во занятых, чел.	$\ln(Y)$	$\ln(K)$	$\ln(L)$	A_t
2000	12 736 780 455	1 809 108	4 215 637	23.2678	14.4083	15.2543	1 658 764
2001	12 354 820 144	3 049 278	4 294 800	23.2373	15.3962	15.9568	1 312 339
2002	14 594 900 945	4 484 561	4 363 918	23.4039	16.0501	16.3707	1 332 887
2003	17 825 444 724	7 131 183	4 422 959	23.6039	16.6173	16.6661	1 359 230
2004	23 141 566 293	10 783 442	4 478 457	23.8649	17.1208	16.8963	1 502 290
2005	30 210 091 837	15 095 773	4 531 388	24.1310	17.5610	17.0865	1 719 889
2006	36 961 894 281	20 374 099	4 584 675	24.4341	17.9527	17.2481	1 871 395
2007	45 275 711 996	26 053 285	4 642 416	24.5386	18.3042	17.3840	2 080 757
2008	60 752 106 347	37 202 312	4 703 145	24.8321	18.6512	17.5095	2 429 353
2009	50 873 167 326	43 377 629	4 760 205	24.6476	18.9484	17.6205	1 913 092
2010	57 231 904 543	55 380 828	4 780 201	24.7727	19.2297	17.7045	1 958 431
2011	61 762 382 328	98 664 939	4 793 869	24.8417	19.5960	17.7740	1 693 620
2012	65 685 890 439	154 442 421	4 803 436	24.9054	19.9825	17.8321	1 516 907
2013	75 527 558 966	209 574 613	4 808 269	25.0471	20.3513	17.8761	1 551 682
2014	78 812 805 039	225 269 687	4 814 037	25.0933	20.6313	17.9173	1 574 650
2015	56 454 889 147	207 152 486	4 822 095	24.7531	20.8374	17.9548	1 164 255
2016	47 723 545 321	9 355 000	4 826 961	24.5921	20.8467	17.9883	3 216 312
2017	54 725 302 250	10 516 825	4 830 537	24.7230	20.8556	18.0210	3 526 155
2018	60 031 173 808	12 502 212	4 857 067	24.8171	20.8664	18.0516	3 616 075
2019	64 410 122 847	14 399 443	4 868 224	24.8787	20.8788	18.0805	3 673 912

Рисунок 1 – Таблица данных за период 2000–2019 гг

В период с 2000 по 2019 год наблюдается умеренный рост A_t , что указывает на медленное улучшение технологической эффективности в экономике Беларуси.

В первые годы 2000–2007 A_t показывал заметный рост, что может быть связано с началом более активного использования инвестиций в основной капитал и улучшением производительности труда.

Однако в последующие годы, особенно в 2015–2016 годах, наблюдается снижение или стагнация A_t , что может быть связано с экономическими кризисами, сокращением темпов роста инвестиций и трудовыми ограничениями.

Проведённый анализ на основе производственной функции Кобба–Дугласа с учётом научно-технического прогресса позволил количественно оценить вклад факторов производства в экономический рост Беларуси в 2000–2019 годах. Полученные значения эластичностей свидетельствуют о большей роли капитала по сравнению с трудом в формировании ВВП: капитал оказывает умеренное влияние на выпуск, тогда как вклад труда сравнительно невелик.

Отрицательное, но статистически незначимое значение темпа научно-технического прогресса указывает на отсутствие устойчивого положительного технического прогресса в рассматриваемый период. Это может быть связано как с объективными экономическими трудностями, так и с недостаточной эффективностью внедрения новых технологий.

Список использованных источников:

1. Динамика ВВП Беларуси. Режим доступа: <https://www.finiversity.ru/data/country/BY/gdp/>
2. Белстат. Режим доступа: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10208200002>
3. Количество занятых в Беларуси. Режим доступа: <https://statbase.ru/data/blr-number-of-employees/>