

ISSN 2523-4714

УДК 330.35+330.46

О. Н. Поддубная

Белорусский государственный экономический университет, Минск, Беларусь

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе в рамках процессно-системной методологии представлена математическая модель динамики односекторной экономики в условиях технологических трансформаций в виде гибридной быстро-медленной системы с запаздыванием и управлением. Параметрами модели являются как известные макроэкономические индикаторы, так и новые, разработанные автором: динамический индикатор приведенного роста внутренних инвестиций, интегральный индикатор потенциала технологического сдвига. Разработаны методики оценки данных индикаторов, по которым произведена их апробация для экономики Республики Беларусь.

Ключевые слова: экономический рост, производственно-инвестиционный цикл, модель односекторной экономики, технологическая трансформация, динамика капитала, динамический индикатор потенциала технологического сдвига

Для цитирования: Поддубная, О. Н. Идентификация технологических сдвигов экономических систем / О. Н. Поддубная // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. — Минск, 2023. — Вып. 7. — С. 137–144.

O. Poddubnaia

Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus

IDENTIFICATION OF TECHNOLOGICAL SHIFTS OF ECONOMIC SYSTEMS

In the work, mathematical model of the dynamics of a single-sector economy in the context of technological transformations is presented, using process-system methodology. It has the form of a hybrid fast-slow system with delay and control. The parameters of the model are both well-known macroeconomic indicators and new ones developed by the author, such as dynamic indicator of domestic investment growth and an integral indicator of the technological shift potential. Techniques for evaluating these indicators have been developed, according to which they have been tested for the economy of the Republic of Belarus.

Keywords: economic growth, production and investment cycle, single-sector economy model, technological transformation, capital dynamics, dynamical indicator of potential of technological shifts

For citation: Poddubnaia O. Identification of technological shifts of economic systems. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika = Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2023, iss. 7, pp. 137–144 (in Russian).

Со времен А. Смита, Д. Рикардо, Ж. Сея, К. Маркса развитие социально-экономических отношений в условиях интеллектуализации производства привело к более широкой трактовке понятия «капитал»: в 60-е гг. XX в. возникла концепция человеческого капитала, а в 90-е гг. — интеллектуального капитала. Тем не менее динамическая суть этой базовой категории в любой ее интерпретации для постиндустриального этапа не подвергается сомнению. Раскрывая сложную структуру динамики капитала в процессе самовозрастания и самовоспроизводства, в работе [1, с. 121] сказано: «капитал есть движение, процесс кругооборота, проходящий различные стадии...». Постиндустриальная эпоха характеризуется частыми технологическими трансформациями экономических систем, современный этап которых принято называть цифровой трансформацией. Наряду с модернизацией известных подходов классического и неоклассического направлений экономической теории к изучению капитала требуется разработка и новых

актуальных концепций и моделей, отражающих многоаспектные особенности сложной экономической динамики в условиях трансформаций.

Для формирования национальных стратегий и научно обоснованной экономической политики крайне актуальной является задача разработки современных методик обобщенной макроэкономической оценки качества экономического роста. Этому вопросу посвящены многочисленные теоретические исследования и модельные расчеты отечественных и зарубежных ученых [2–7]. Для разработки таких методик некоторые из них предлагают использовать односекторную модель, в которой все показатели представлены в высоко агрегированном виде, совокупный выпуск рассматривают упрощенно. Несмотря на кажущуюся простоту односекторной модели ее диагностическая значимость велика: с ее помощью можно получить как ценные теоретические выводы, так и провести практические расчеты [3–5].

Для математической формализации динамики капитала автор использует процессно-системный подход, в рамках которого социально-экономическая система на любом уровне иерархии изучается как динамическая модель [8, с. 77]. Ключевая идея авторского подхода при изучении динамики капитала в рамках односекторной модели заключается в моделировании производственно-инвестиционного цикла на разных временных горизонтах: за короткий $\Delta t = dt$ и длинный $\Delta t = h$ периоды времени. В производственном цикле за короткий период времени $\Delta t = dt$ формируется быстрый прирост капитала dK в рамках действующего технологического режима функционирования изучаемой экономической системы. Инновационно-инвестиционный цикл за длинный период времени $\Delta t = h$ приводит к медленному накоплению капитала, анализируя динамику которого можно оценивать технологические сдвиги в экономике. Различия в логике формирования и распределения товарного и финансового потоков в указанных циклах требуют при их моделировании использования разных математических инструментов. Быстро-медленную регулируемую и управляемую динамику процессов производственно-инвестиционного цикла односекторной модели экономики предлагаем описывать системой дифференциально-алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dV(t)}{dt} = \frac{1}{1-a_h} I(t) - b_h V(t) + U(t), & t > h, \\ I(t) - I(t-h) = m_h V(t), & t \geq h, \end{cases} \quad (1)$$

где $V(t)$ — поток валового выпуска; $I(t)$ — поток внутренних (национальных) инвестиций; $U(t)$ — поток внешних (зарубежных) инвестиций.

Параметры модели: b_h и a_h — усредненные на интервале $[t-h; t)$ нормы производственного накопления и потребления соответственно; $m_h = MI_h b_h (1 - a_h)$ определяется как коэффициент потенциала технологического сдвига, накопленного системой за период $[t-h; t)$, где MI_h — динамический индикатор приведенного роста внутренних инвестиций:

$$MI_h = \frac{I(t) - I(t-h)}{I(t)} = 1 - \frac{I(t-h)}{I(t)}. \quad (2)$$

По сути MI_h определяет темп прироста медленных инвестиций в обратном времени, когда абсолютное изменение показателя относят к величине самого показателя не в момент времени в прошлом (базовый период), а в настоящий момент времени. Обосновано это тем, что именно текущее состояние экономической системы в целом и ее инвестиционной составляющей в частности, а не их состояние в прошлом определяет перспективы и потенциал технологических сдвигов изучаемой формации в будущем.

Первое дифференциальное уравнение системы (1) описывает быструю динамику капитала, отражая зависимость мгновенной скорости валового выпуска от национальных и иностранных инвестиций. Второе алгебраическое уравнение характеризует медленную динамику капитала, формализуя зависимость средней скорости национальных инвестиций от валового выпуска.

Для эволюции системы (1) необходимо задать начальные условия: $V(h) = V_h$, $I(\tau) = \psi(\tau)$, $\tau \in [0, h)$.

Нами были разработаны две методики параметрической идентификации модели (1), основанные на вариативности экономической интерпретации математической формализации (2) динамического индикатора приведенного роста внутренних инвестиций MI_h . Первый подход трактует данный индикатор как *отношение изменения* внутренних инвестиций за период h к их объему в момент t . В этом случае MI_h изменяется в интервале $(-\infty; 1]$. Второй подход предлагает использовать для модельных параметров $I(t)$ и $I(t - h)$ внутренних инвестиций для непрерывного времени их статистических оценок, полученных методом накопления для дискретного времени на соответствующих интервалах длины t и $t - h$, что позволяет трактовать формулу (2) как *долю прироста* внутренних инвестиций за период h к их объему за период t . В этом случае MI_h изменяется в интервале $[0; 1]$. Ограниченность индикатора MI_h сверху в обоих подходах можно объяснить законом убывающей отдачи факторов, согласно которому экономический рост с постоянной нормой накопления и убывающей отдачей капитала имеет свой предел, преодолеть который невозможно за счет увеличения объемов инвестирования [6].

Временной параметр h модели производственно-инвестиционного цикла обладает многоаспектным экономическим и математическим смыслом. Данный макроэкономический параметр характеризует, с одной стороны, период устойчивости экономической системы со сложившейся технологической структурой производства, на протяжении которого происходит накопление потенциала для внутренней технологической трансформации системы в целях ее выхода на новые траектории роста и развития. С другой стороны, параметр h определяет момент переключения экономической системы на иные режимы функционирования возле нового положения равновесия. С математической точки зрения временной лаг h задает долгосрочность прогноза. Рассматривая h как экзогенный параметр и априори задавая его, можно строить различные прогнозные сценарии. Более актуальным, но и более трудоемким является подход поиска апостериорной оценки данного параметра по эмпирическим данным исходя из его экономического смысла.

Выбор периодов h для построения оценок параметров модели обосновывался следующими соображениями: более короткие периоды анализа индикаторов позволят нам выявить влияние кратко- и среднесрочных факторов общей макроэкономической конъюнктуры, включая кризисы различной природы и локализации, а более длинные — формирование предпосылок и потенциала возможных сдвигов, исчерпания старых и закладки новых технологических и организационных формаций. Поэтому для настройки модели на среднесрочное прогнозирование продолжительность h определялась в 5 и 7 лет. Данный выбор определялся длительностью пятилетних планов социально-экономического и научно-технического развития, а также средним семилетним сроком морального и физического износа активной части основных средств, являющихся носителями технологических новаций. Для целей долгосрочного прогнозирования были построены динамические ряды параметров модели для h , равных 10, 15 и 20 лет. Продолжительность 10 лет является показательной с точки зрения структурных изменений отраслевых рынков (в первую очередь отраслей четвертого и пятого технологических укладов), а также внедрения существенных организационных инноваций. Периоды h длиной в 15 и 20 лет были использованы для построения динамики индикаторов в целях выявления изменений внутренних инвестиционных возможностей на сравнительно длинных интервалах и формулировки гипотезы об уровне сформированного потенциала технологических сдвигов в экономике Республики Беларусь, а также возможностях экономического роста на прежней технологической базе.

Апробация модельных индикаторов проводилась для Республики Беларусь. Эмпирической базой расчетов служили данные Национального статистического комитета Республики Беларусь¹ за период с 1990 по 2021 гг. В обеих методиках в качестве показателя, характеризующего поток внутренних инвестиций в фиксированные моменты времени, был выбран объем валового накопления основного капитала².

¹ Национальный статистический комитет. — URL: <https://www.belstat.gov.by/> (дата обращения: 23.01.2023).

² Отметим, что отсутствие общепризнанных методологических подходов к процедуре «очистки» ВВП от амортизационных отчислений (потребление основного капитала не является внутренним источником роста) не позволяет нам на данном этапе использовать в расчетах по формуле (2) модельные показатели, которые представляют собой внутренние инвестиции на чистой основе (как часть валового накопления).

Для приведения статистических оценок в сопоставимые единицы измерения были:

- рассчитаны обратные цепные индексы дефлятора ВВП по отношению к 2020 г.;
- произведена верификация методом прямого счета по отношению к цепным индексам 1990 г.;
- денежные единицы, имевшие обращение на территории Республики Беларусь в 1990–2021 гг., с учетом деноминаций были приведены к единицам 2020 г.

На подготовительном этапе параметрической идентификации нами были рассчитаны по данным Белстата следующие показатели модельных параметров:

- оценка валового выпуска, пересчитанная по индексу дефлятора ВВП в сопоставимые цены 2020 г. (в денежных единицах 2020 г.);
- оценка валового внутреннего продукта, вычисленная методом распределения и приведенная в сопоставимые цены 2020 г. с помощью индекса дефлятора ВВП;
- оценка промежуточного потребления, приведенная в сопоставимый вид с помощью индекса дефлятора ВВП;
- оценка объема валового накопления основного капитала в ценах 2020 г. (по дефлятору ВВП).

Таким образом, все наблюдаемые исходные переменные для расчета параметров модели по двум методикам были выражены в сопоставимых ценах 2020 г. в денежных единицах того же года и представлены для $h = 7$ лет в табл. 1.

Таблица 1

Наблюдаемые переменные модели для Республики Беларусь с 1990 по 2021 гг.

Table 1

Calculated model variables for the Republic of Belarus for 1990–2021

Интервал для оценки длины $h = 7$ лет	Величина валовых накоплений на левой границе интервала, млн р.	Величина валовых накоплений на правой границе интервала, млн р.	Суммарная величина валового выпуска на интервале, млн р.	Суммарная величина промежуточного потребления на интервале, млн р.	Суммарная величина ВВП на интервале, млн р.	Суммарная величина валовых накоплений на интервале, млн р.
1990–1996	16 570,7	10 632,5	1 074 952,5	669 490,9	433 110,8	111 991,6
1991–1997	16 441,2	14 181,6	1 053 864,0	672 622,7	414 088,5	109 602,5
1992–1998	16 948,3	15 808,8	1 041 268,1	678 349,2	400 736,3	108 970,1
1993–1999	21 039,9	16 601,2	1 023 757,7	670 064,3	396 649,9	108 623,0
1994–2000	18 233,9	16 813,0	984 418,5	631 930,6	401 289,9	104 396,2
1995–2001	12 125,3	15 840,9	968 387,0	604 655,2	416 347,4	102 003,2
1996–2002	10 632,5	16 125,9	1 002 631,5	620 139,0	440 604,3	106 003,8
1997–2003	14 181,6	18 630,1	1 044 221,3	640 070,5	468 611,8	114 001,4
1998–2004	15 808,8	22 112,5	1 086 381,0	656 434,5	499 746,2	121 932,3
1999–2005	16 601,2	25 331,1	1 133 339,2	674 252,3	534 319,1	131 454,7
2000–2006	16 813,0	31 181,8	1 192 191,4	696 740,4	576 389,3	146 035,2
2001–2007	15 840,9	35 813,4	1 267 669,9	731 280,3	623 817,7	165 035,6
2002–2008	16 125,9	41 895,4	1 366 415,5	783 399,2	679 736,8	191 090,2
2003–2009	18 630,1	44 777,8	1 462 890,6	834 083,3	732 388,0	219 742,1
2004–2010	22 112,5	52 733,5	1 590 237,5	908 631,1	789 756,1	253 845,6
2005–2011	25 331,1	54 012,0	1 729 552,7	996 348,3	845 736,3	285 745,0
2006–2012	31 181,8	48 722,0	1 853 201,2	1 074 259,1	896 011,2	309 136,0
2007–2013	35 813,4	54 744,7	1 937 450,3	1 119 821,2	938 098,3	332 698,8

Окончание табл. 1

Ending of the table 1

Интервал для оценки длины $h = 7$ лет	Величина валовых накоплений на левой границе интервала, млн р.	Величина валовых накоплений на правой границе интервала, млн р.	Суммарная величина валового выпуска на интервале, млн р.	Суммарная величина промежуточного потребления на интервале, млн р.	Суммарная величина ВВП на интервале, млн р.	Суммарная величина валовых накоплений на интервале, млн р.
2008–2014	41 895,4	49 757,9	1 992 481,7	1 140 518,8	973 719,9	346 643,3
2009–2015	44 777,8	41 278,2	2 007 627,6	1 138 278,1	991 977,8	346 026,1
2010–2016	52 733,5	35 735,9	2 029 594,7	1 147 794,5	1 006 446,6	336 984,1
2011–2017	54 012,0	37 682,8	2 029 335,0	1 141 747,6	1 014 688,7	321 933,4
2012–2018	48 722,0	38 986,3	2 003 991,3	1 115 500,7	1 020 014,3	306 907,7
2013–2019	54 744,7	40 758,7	1 980 997,1	1 089 282,3	1 024 975,6	298 944,4
2014–2020	49 757,9	37 977,2	1 963 659,8	1 070 775,6	1 027 481,2	282 176,9
2015–2021	41 278,2	34 625,8	1 971 481,5	1 076 585,0	1 031 125,6	267 044,9

И с т о ч н и к: разработано автором на основе статистических данных.

S o u r c e: author's developed on the basis of statistical data.

С учетом того, что величина суммарных валовых накоплений для Республики Беларусь с 1990 по 2021 гг. составила 954 119,9 млн р., параметры модели, рассчитанные по двум методикам, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры модели, рассчитанные по двум методикам

Table 2

Model parameters calculated by two methods

Интервал для оценки длины $h = 7$ лет	a_h	$1 - a_h$	b_h	Рассчитанные параметры по методике без накопления		Рассчитанные параметры по методике с накоплением		
				MI_h	m_h	MI_h	Δ_h	m_h
1990–1996	0,62	0,38	0,26	–0,56	–0,05	0,12	–0,10	0,01
1991–1997	0,64	0,36	0,26	–0,16	–0,02	0,11	–0,11	0,01
1992–1998	0,65	0,35	0,27	–0,07	–0,01	0,11	–0,11	0,01
1993–1999	0,65	0,35	0,27	–0,27	–0,03	0,11	–0,11	0,01
1994–2000	0,64	0,36	0,26	–0,08	–0,01	0,11	–0,11	0,01
1995–2001	0,62	0,38	0,24	0,23	0,02	0,11	–0,11	0,01
1996–2002	0,62	0,38	0,24	0,34	0,03	0,11	–0,11	0,01
1997–2003	0,61	0,39	0,24	0,24	0,02	0,12	–0,10	0,01
1998–2004	0,60	0,40	0,24	0,29	0,03	0,10	–0,12	0,01
1999–2005	0,59	0,41	0,25	0,34	0,03	0,14	–0,08	0,01
2000–2006	0,58	0,42	0,25	0,46	0,05	0,16	–0,06	0,02
2001–2007	0,58	0,42	0,26	0,58	0,06	0,17	–0,05	0,02
2002–2008	0,57	0,43	0,28	0,62	0,07	0,20	–0,02	0,02
2003–2009	0,57	0,43	0,30	0,58	0,07	0,23	0,01	0,03
2004–2010	0,57	0,43	0,32	0,58	0,08	0,27	0,05	0,04
2005–2011	0,58	0,42	0,34	0,53	0,08	0,30	0,08	0,04

Окончание табл. 2

Ending of the table 2

Интервал для оценки длины $h = 7$ лет	a_h	$1 - a_h$	b_h	Рассчитанные параметры по методике без накопления		Рассчитанные параметры по методике с накоплением		
				MI_h	m_h	MI_h	Δ_h	m_h
2006–2012	0,58	0,42	0,35	0,36	0,05	0,32	0,10	0,05
2007–2013	0,58	0,42	0,35	0,35	0,05	0,35	0,13	0,05
2008–2014	0,57	0,43	0,36	0,16	0,02	0,36	0,14	0,05
2009–2015	0,57	0,43	0,35	–0,08	–0,01	0,36	0,14	0,05
2010–2016	0,57	0,43	0,33	–0,48	–0,07	0,35	0,13	0,05
2011–2017	0,56	0,44	0,32	–0,43	–0,06	0,34	0,12	0,05
2012–2018	0,56	0,44	0,30	–0,25	–0,03	0,32	0,10	0,04
2013–2019	0,55	0,45	0,29	–0,34	–0,04	0,31	0,09	0,04
2014–2020	0,55	0,45	0,27	–0,31	–0,04	0,30	0,08	0,04
2015–2021	0,55	0,45	0,26	–0,19	–0,02	0,28	0,06	0,03

И с т о ч н и к: разработано автором на основе статистических данных.

S o u r c e: author's developed on the basis of statistical data.

При анализе интерес представляет не только сам индикатор MI_h , но и динамика его отклонений от *линейной усредненной нормы* h/t (для наших расчетов $h/t = 7/32$), которая для второй методики показывает отношение суммарных (или накопленных) валовых инвестиций в основной капитал на интервале $[t - h; t)$ к аналогичному показателю на интервале $[0; t)$ при условии их нулевой скорости прироста. Отклонение $\Delta_h = MI_h - h/t$ характеризует то, насколько интенсивность инвестирования на интервале $[t - h; t)$ превышала линейный усредненный темп роста, при котором отношение объемов суммарных накопленных инвестиций за период $[t - h; t)$ к такому же показателю за период $[0; t)$ было бы равно отношению продолжительности интервала h к продолжительности интервала t . Для первой методики интенсивность инвестирования определяется непосредственно самим индикатором MI_h , т. е. его отклонением от 0.

Оценка Δ_h свидетельствует о притоке или оттоке внутренних инвестиций в экономику страны. Так, если на определенном интервале t отношение h/t превосходит значение MI_h , рассчитанное для соответствующих h и t , то следует вести речь о наличии неявного обратного потока внутренних инвестиций, приводящего к снижению их накопленной массы. При этом, чем на более длинных периодах h при неизменном t фиксируется такое состояние отрицательного прироста внутренних инвестиций, тем более фундаментальные причины лежат в их основе и тем более значимыми они могут быть для экономического роста.

Для идентификации временного интервала происходившей технологической трансформации экономики произведено сопоставление оценок интенсивности инвестирования (рис. 1), а также оценок непосредственно параметров модели, рассчитанных по двум методикам на временных интервалах длиной $h = 7$ лет (рис. 2).

Компаративный анализ оценок параметров модели с использованием обеих предложенных методик позволил выявить возможный временной интервал происходившей технологической трансформации экономики (или, по крайней мере, ее ведущих секторов). Так, высокая норма валового накопления основного капитала в промежутке с 2005–2011 гг. по 2008–2014 гг. и четко обозначившееся падение его прироста в этот же период, во-первых, существенно не отразились на динамике общей массы накапливаемых внутренних инвестиций, о чем свидетельствует индикатор Δ_h , сохранявший не только положительное значение, но и демонстрировавший рост. Во-вторых, последовавший за 2014 г. резкий провал прироста инвестиций на семилетних интервалах и обозначившееся снижение доли валового накопления основного капитала в ВВП не привели к снижению доли самого ВВП в валовом выпуске (косвенного показателя валовой

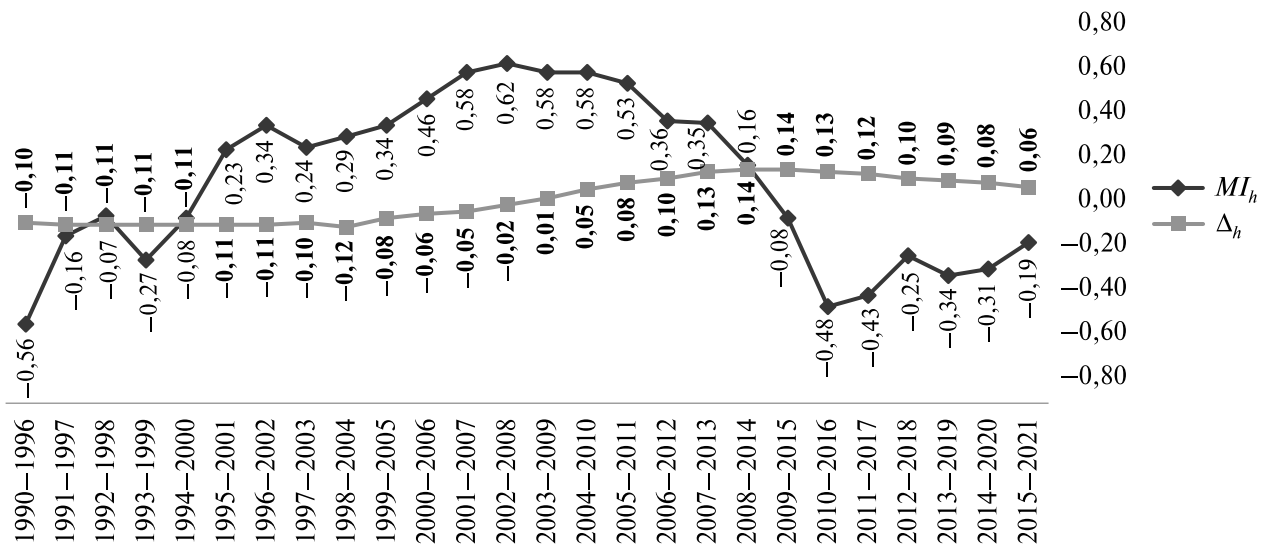


Рис. 1. Динамика индикаторов MI_h (по методике без накопления) и Δ_h (по методике с накоплением) для $h = 7$ лет

Источники: разработано автором.

Fig. 1. Dynamics of indicators MI_h (according to the method without accumulation) and Δ_h (according to the method with accumulation) for $h = 7$ years

Source: author's developed.

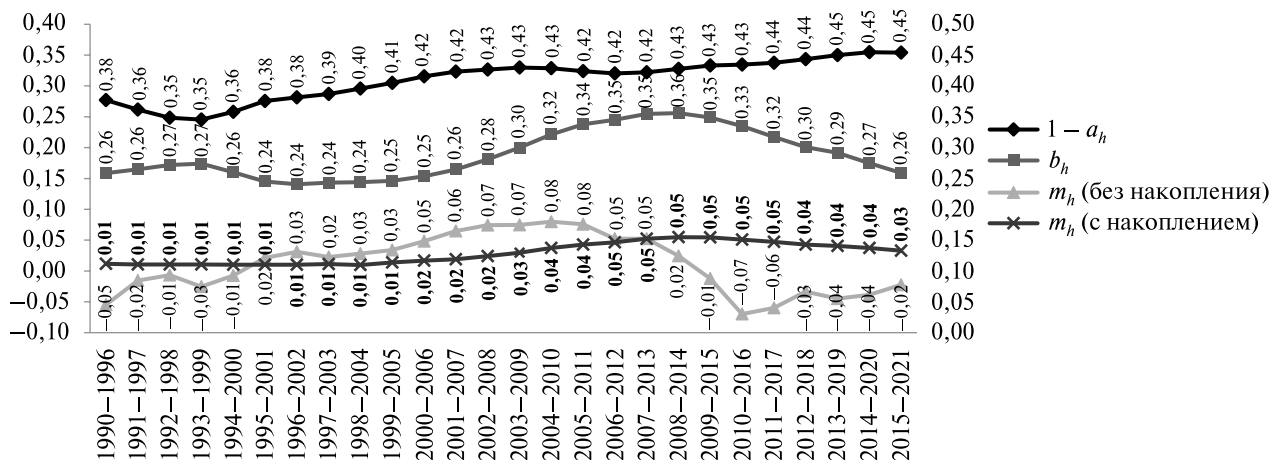


Рис. 2. Оценки параметров модели для $h = 7$ лет

Источники: разработано автором.

Fig. 2. Model parameter estimates for $h = 7$ years

Source: author's developed.

эффективности экономики). Такой характер поведения оценок индикаторов из проведенного анализа позволяет достаточно обоснованно выдвинуть гипотезу о произошедших к моменту времени с 2009 по 2011 гг. определенных качественных технологических изменениях в экономике Республики Беларусь, сформировавших новое соотношение структурных элементов валового выпуска. Тем не менее продолжающееся с периода 2008–2014 гг. снижение нормы валового накопления основного капитала и его отрицательный прирост на семилетних периодах оценки сигнализирует о неизбежном последующем исчерпании существующих технологических возможностей национальной экономики, что обуславливает необходимость формирования предпосылок для ее дальнейшей технологической трансформации в целях обеспечения сбалансированного экономического роста в будущих периодах.

Список использованных источников

1. Маркс, К. Капитал : 2 т. / К. Маркс // Сочинения : в 50 т. / К. Маркс, Ф. Энгельс. — 2-е изд. — М. : Гос. изд-во полит. лит., 1955–1981. — Т. 24. — 1961. — 648 с.
2. Комков, В. Н. Экономический рост при нулевом качестве: особенности и последствия / В. Н. Комков // Банк. весн. — 2021. — № 3. — С. 3–10.
3. Балацкий, Е. Идентификация технологического фронта / Е. Балацкий // Форсайт. — 2021. — Т. 15 (№ 3). — С. 23–34.
4. Григорьев, Л. М. Норма накопления и экономический рост: сдвиги после Великой рецессии / Л. М. Григорьев, Е. А. Макарова // Вопр. экономики. — 2019. — № 12. — С. 24–46.
5. Ерошин, А. А. Моделирование экономического роста на основе однопродуктовой модели с учетом поведенческих факторов / А. А. Ерошин // Экон. наука совр. России. — 2021. — № 2 (93). — С. 26–39. [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-2\(93\)-26-39](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-2(93)-26-39)
6. Solow, R. A. Contribution to the Theory of Economic Growth / R. A. Solow // Quarterly Journal of Economics. — 1956. — Vol. 70. — P. 65–94.
7. Aghion, Ph. Appropriate growth policy: A unifying framework / Ph. Aghion, P. Howitt // Journal of the European Economic Association. — 2006. — Vol. 4. — № 2–3. — P. 269–314.
8. Поддубная, О. Н. Процессно-системный подход в исследовании социально-экономических систем: от концепций к моделям / О. Н. Поддубная // Белорус. экон. журн. — 2021. — № 3. — С. 70–82.

References

1. Marks K. *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Buch II: Der Zirkulationsprozess des Kapitals*. Hamburg, 1985. 558 s.
2. Komkov V. N. Economic growth at zero quality: features and implications. *Bankauski vesnik = Bank bulletin*, 2021, no. 3, pp. 3–10 (in Russian).
3. Balatskii E. Identification of the technological frontier. *Forsythe = Foresight and STI Governance*, 2021, vol. 15 (no. 3), pp. 23–34 (in Russian).
4. Grigoryev L. M., Makarova E. A. Capital accumulation and economic growth after the Great Recession. *Voprosy Ekonomiki* [Economic Issues], 2019, no. 12, pp. 24–46 (in Russian).
5. Yeroshin A. A. Modeling Economic Growth Based on a One-Good Model Taking into Account Behavioral Factors. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii = Economics of Contemporary Russia*, 2021, no. 2(93), pp. 26–39 (in Russian). [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-2\(93\)-26-39](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-2(93)-26-39)
6. Solow R. A. Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 1956, vol. 70, pp. 65–94.
7. Aghion Ph. Appropriate growth policy: A unifying framework. *Journal of the European Economic Association*, 2006, vol. 4, no 2–3, pp. 269–314.
8. Poddubnaya O. N. Process-system approach in studying socioeconomic systems: from concepts to models. *Belorusskiy Ekonomicheskii zhurnal = Belarusian Economic Journal*, 2021, no. 3, pp. 70–82 (in Russian).

Информация об авторе

Поддубная Олеся Николаевна — кандидат физико-математических наук, доцент; докторант кафедры математических методов в экономике, Белорусский государственный экономический университет, e-mail: poddubnaia.olesia@gmail.com

Information about the author

Poddubnaia O. — PhD in Physico-mathematical sciences, Associate Professor; doctoral student at the Department of mathematical methods in economics, Belarusian State Economic University, e-mail: poddubnaia.olesia@gmail.com

Статья поступила в редколлегию 12.04.2023

Received by editorial board 12.04.2023