

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.1

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ В РФ

© 2015 г.

*Ю.А. Кузнецов¹, О.В. Мичасова^{1,2}*¹ Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского² НИУ «Высшая школа экономики», Нижегородский филиал

michasova@iee.unn.ru

Поступила в редакцию 15.06.2015

Проанализированы основные макроэкономические показатели, характеризующие инновационную и научно-исследовательскую деятельность, которые могут быть использованы при построении производственной функции Российской Федерации. Был рассмотрен 21 показатель по данным Федеральной службы государственной статистики за 1995–2013 гг. Среди них с помощью коинтеграционного анализа выявлены те факторы, которые действительно могут определять прирост валового внутреннего продукта страны. Для этих восьми показателей проанализированы парные взаимосвязи с ВВП. По результатам отбора построена эконометрическая модель для производственной функции РФ в виде Кобба – Дугласа, которая учитывает инвестиции в основной капитал и соотношение численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками, и численности исследователей. Результаты моделирования могут быть использованы при дальнейших исследованиях влияния инноваций, результатов НИОКР и высококвалифицированного человеческого капитала на экономический рост в России.

Ключевые слова: экономический рост, исследования и разработки, инновации, человеческий капитал, производственные функции, эконометрическое моделирование.

Введение

Макроэкономические производственные функции позволяют выявить наиболее значимые факторы экономики для развития производства и поддержания темпов экономического роста. Не вызывает сомнений, что показатели, характеризующие человеческий капитал, инновации и сектор исследований и разработок, являются одними из важнейших факторов, определяющих экономическое развитие страны. Конечно, российская экономика является во многом ресурсозависимой и темпы экономического роста определяются ценами на основные экспортные энергетические носители, но, в свете проводимой модернизации российской экономики, инновации, исследования и разработки начинают приобретать все большее значение при определении темпов экономического роста страны. Данная работа направлена на выявление тех факторов, которые характеризуют указанные сферы и оказывают значимое влияние на экономический рост.

Построение и анализ производственной функции для Российской Федерации с учетом различных факторов представляется весьма ак-

туальной темой с учетом существования достаточно большого количества работ в данной сфере. Среди работ в этой области можно отметить: [1], где рассмотрены методологические аспекты построения производственных функций по данным об инвестициях; [2], где исследуется влияние народно-хозяйственной инфраструктуры и мировой цены нефти; [3], где на базе производственных функций изучается производственный потенциал регионов РФ и эффективность инноваций в этих регионах; [4], где проведен сравнительный анализ применимости нескольких спецификаций производственной функции России; [5], где рассмотрены возможные последствия смены технологий в промышленности и РФ и их учет в производственной функции; [6], посвященная исследованию проблем построения производственных зависимостей для российской переходной экономики. Среди последних зарубежных работ, посвященных исследованию производственных функций и выявлению ключевых факторов, определяющих экономический рост, можно отметить [7, 8, 9–11] и другие. Однако представляется важным выявить для экономики России

такие факторы, которые имеют отношение к инновационным технологиям в производстве, научно-исследовательскому сектору и высококвалифицированному человеческому капиталу и играют существенную роль при определении темпов экономического роста страны.

Для анализа производственной функции Российской Федерации и выявления основных факторов, которые оказывают влияние на экономический рост, были рассмотрены данные Федеральной службы государственной статистики за 1995–2013 гг. [12]. Были отобраны показатели, которые могут характеризовать степень модернизированности и инновационности экономики страны, а также состояние высокоуровневого человеческого капитала. Кроме того, временные ряды, которые описывают выбранные параметры, должны обладать достаточной продолжительностью, что обусловлено требованиями эконометрического инструментария.

Таким образом, для исследования влияния на экономический рост (y , валовой внутренний продукт (ВВП) в ценах 2008 г., млрд руб.) был выбран 21 фактор: основные фонды в ценах 2008 г., млн руб. (x_1); коэффициент обновления основных фондов, % (x_2); коэффициент выбытия основных фондов, % (x_3); численность экономически активного населения, тыс. чел. (x_4); занятые в экономике, тыс. чел. (x_5); число организаций, выполнявших научные исследования и разработки, единиц (x_6); численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, человек (x_7); численность исследователей, человек (x_8); численность аспирантов, человек (x_9); выпуск из аспирантуры с защитой диссертации, человек (x_{10}); численность докторантов, человек (x_{11}); выпуск из докторантуры с защитой диссертации, человек (x_{12}); расходы федерального бюджета на науку в ценах 2008 года, млн руб. (x_{13}); внутренние затраты на исследования и разработки в ценах 2008 года, млн руб. (x_{14}); количество выданных патентов на изобретения, шт. (x_{15}); число действующих патентов на изобретения, шт. (x_{16}); удельный вес организаций добывающих, обрабатывающих производств, по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций, % (x_{17}); объем отгруженных инновационных товаров, работ и услуг организаций добывающих, обрабатывающих производств, по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, в ценах 2008 года, млн руб. (x_{18}); инвестиции в основной капитал в ценах 2008 года, млн руб. (x_{19}); число созданных (разработанных) передовых производственных тех-

нологий, единиц (x_{20}); число используемых передовых производственных технологий, единиц (x_{21}).

Для построения эконометрических моделей и тестирования гипотез использовались пакеты MatLab R2014b и MS Excel 2010.

1. Анализ факторов, определяющих экономический рост в Российской Федерации

Так как рассматриваемые данные являются временными рядами, нельзя определять наличие или отсутствие взаимосвязей между переменными с помощью корреляционно-регрессионного анализа в силу существования так называемой «ложной регрессии», когда близость к 1 коэффициента корреляции является не следствием существования причинной связи между двумя переменными, а результатом наличия тренда значений обеих переменных (как детерминированного, так и стохастического) [13].

В случае когда нестационарные временные ряды связаны долгосрочными взаимосвязями, остатки в соответствующей регрессионной модели должны быть стационарными. Временные ряды в этом случае называются коинтегрированными, а оценки регрессии, полученные по методу наименьших квадратов, будут состоятельными [14].

Для тестирования временных рядов на коинтеграцию в MatLab реализованы тесты Энгла – Гренджера и Йохансена. Применение теста Энгла – Гренджера в рассматриваемом случае невозможно по причине недостаточной длины исходных временных рядов [15]. Временные ряды, проверяемые на коинтеграцию с помощью теста Йохансена, должны быть стационарными по уровням или первым разностям, т.е. интегрируемыми нулевого ($I(0)$) или первого порядка ($I(1)$) [16]. Для проверки соответствующих временных рядов на стационарность и определения порядка интегрируемости использовались расширенный тест Дики – Фуллера и тест Филлипса – Перрона. В табл. 1 приводятся результаты проверки гипотезы о существовании единичного корня (расчетные значения статистик и p -значения) по расширенному тесту Дики – Фуллера. Результаты теста Филлипса – Перрона полностью подтверждают результаты расширенного теста Дики – Фуллера. ‘AR’ указывает на авторегрессионную спецификацию модели, т.е. стационарность относительно стохастического тренда (разностно-стационарный ряд); ‘TS’ – на стационарность относительно детерминированного тренда. Различать эти два

Таблица 1

Тест Дики – Фуллера

	Уровни				Первые разности			
	‘AR’		‘TS’		‘AR’		‘TS’	
	stat	pValue	stat	pValue	stat	pValue	stat	pValue
y	3.0263	0.9977	-2.5620	0.3249	-2.4059	0.0193	-3.3833	0.0876
x ₁	-0.4479	0.4740	-1.8591	0.6312	-5.7486	0.0010	-6.9323	0.0010
x ₂	1.7580	0.9758	-3.3287	0.0939	-2.9247	0.0063	-3.3134	0.0981
x ₃	-3.8574	0.0010	-3.4144	0.0813	-3.2210	0.0037	-4.1240	0.0247
x ₄	0.7792	0.8721	-3.0126	0.1563	-3.9783	0.0010	-3.9476	0.0337
x ₅	1.0173	0.9110	-2.6942	0.2673	-3.1256	0.0043	-3.1155	0.1349
x ₆	-0.8317	0.3343	-2.8252	0.2101	-4.4180	0.0010	-4.3530	0.0167
x ₇	-3.3391	0.0029	-3.7543	0.0452	-2.8367	0.0077	-2.9778	0.1663
x ₈	-3.1153	0.0043	-4.0917	0.0248	-2.7852	0.0086	-2.8797	0.1923
x ₉	1.3945	0.9527	1.0405	0.9990	-0.7481	0.3640	-1.0455	0.9082
x ₁₀	0.5507	0.8248	-1.0440	0.9102	-4.1018	0.0010	-5.2919	0.0039
x ₁₁	1.8591	0.9801	-3.3786	0.0864	-1.5864	0.1026	-1.4725	0.7967
x ₁₂	-0.0785	0.6085	-2.0973	0.5274	-5.4911	0.0010	-6.3505	0.0010
x ₁₃	2.9599	0.9973	-1.6884	0.7056	-3.7148	0.0010	-8.3696	0.0010
x ₁₄	2.3472	0.9922	-2.2599	0.4565	-3.1859	0.0039	-4.1490	0.0238
x ₁₅	-0.5044	0.4534	-2.0940	0.5288	-4.7756	0.0010	-4.6551	0.0098
x ₁₆	0.7455	0.8656	-1.9325	0.5992	-3.5115	0.0021	-3.3581	0.0913
x ₁₇	0.4473	0.7999	-1.5616	0.7608	-3.8647	0.0010	-4.0190	0.0297
x ₁₈	2.6233	0.9955	-0.9165	0.9307	-2.3115	0.0237	-3.4795	0.0746
x ₁₉	1.6704	0.9714	-2.3911	0.3993	-2.5306	0.0147	-2.7370	0.2497
x ₂₀	0.9594	0.9016	-1.3202	0.8432	-2.8788	0.0074	-3.7306	0.0522
x ₂₁	2.6093	0.9952	-0.2341	0.9848	-1.3693	0.1499	-2.1813	0.4888

вида стационарности необходимо для того, чтобы определить способ, которым можно привести нестационарный ряд к стационарному, иначе может возникнуть ряд проблем, в том числе передифференцированность временного ряда [13]. Коинтеграционная зависимость возможна между макроэкономическими рядами, принадлежащими к классу DS-рядов (ряды со стохастическим трендом, которые приводятся к стационарному ряду только путем k -кратного дифференцирования).

Из табл. 1 следует, что временные ряды x_3 , x_7 и x_8 являются интегрируемыми нулевого порядка ($I(0)$), а все остальные временные ряды являются интегрируемыми первого порядка ($I(1)$), за исключением x_9 , x_{11} и x_{21} , которые дальше не учитываются при анализе. Проверка существования парной коинтеграции между ВВП и остальными факторами проведена с помощью теста Йохансена. Соответствующие результаты приведены в табл. 2. Заметим, что при анализе рассматривались не только текущие значения, но и лаговые, так как ВВП может определяться значениями параметров не только в текущем году, но и в предшествующих.

Согласно табл. 2 коинтеграция наблюдается между ВВП и коэффициентом обновления основных фондов (x_2) в текущем году и с лагом единица; между ВВП и числом организаций,

выполнявших научные исследования и разработки (x_6), с лагом единица; между ВВП и численностью персонала, занятого научными исследованиями и разработками (x_7); между ВВП и численностью исследователей (x_8) в текущем году и с лагами 1, 2 и 3; между ВВП и выпуском из аспирантуры с защитой диссертации (x_{10}); между ВВП и выпуском из докторантуры с защитой диссертации (x_{12}) в текущем и предыдущих годах; между ВВП и инвестициями в основной капитал (x_{19}) в текущем году и с лагом 1; между ВВП и числом созданных (разработанных) передовых производственных технологий (x_{20}) с лагом 3. Рассмотрим перечисленные взаимосвязи более подробно.

2. Анализ взаимосвязей между ВВП и факторами роста

Взаимосвязи ВВП с коэффициентом обновления основных фондов (x_2) в первых разностях представлены на рис. 1 – для текущих значений, и на рис. 2 – для лага 1. Коэффициент корреляции для первых разностей показывает, что существует значимая (Значимость во всей работе рассматривается на уровне 5%, если не указано другое) умеренная взаимосвязь между текущими значениями показателей, а между ВВП и лаговым значением коэффициента обновления основных фондов значимой связи нет. Тест при-

Тест Йохансена

		t		$t-1$		$t-2$		$t-3$	
		stat	pValue	stat	pValue	stat	pValue	stat	pValue
x_1	r0	10.4805	0.2699	7.8194	0.5312	4.9421	0.8148	6.6358	0.6475
	r1	0.1787	0.7565	0.2338	0.7355	0.2125	0.7436	1.3184	0.3232
x_2	r0	25.8288	0.0010	28.2505	0.0010	13.1759	0.1091	8.0700	0.5066
	r1	0.0443	0.8338	0.4450	0.6552	0.2018	0.7477	0.9050	0.4804
x_3	r0	14.4009	0.0726	12.4767	0.1359	13.4148	0.1005	12.4175	0.1385
	r1	0.8265	0.5102	0.7623	0.5346	1.0122	0.4396	2.6681	0.1027
x_4	r0	10.6258	0.2556	9.5397	0.3623	11.3449	0.1915	10.0601	0.3112
	r1	0.0019	0.9654	0.0552	0.8148	0.2202	0.7407	1.0514	0.4247
x_5	r0	9.3624	0.3797	10.0369	0.3134	11.9516	0.1597	9.6799	0.3485
	r1	0.0001	0.9969	0.1306	0.7748	0.2136	0.7432	0.8750	0.4918
x_6	r0	8.2461	0.4893	20.8650	0.0074	11.5632	0.1793	15.2815	0.0539
	r1	0.0179	0.8940	0.0392	0.8436	0.1617	0.7629	2.4039	0.1214
x_7	r0	20.3764	0.0088	15.3171	0.0532	15.1445	0.0564	12.0435	0.1551
	r1	0.2368	0.7344	1.4197	0.2847	1.5604	0.2312	1.4407	0.2767
x_8	r0	23.2546	0.0035	21.9193	0.0048	25.4033	0.0014	18.1925	0.0192
	r1	1.0073	0.4414	3.4921	0.0617	2.6197	0.1061	1.7069	0.1918
x_{10}	r0	19.9125	0.0101	12.9689	0.1165	6.3663	0.6739	9.6724	0.3492
	r1	3.4165	0.0646	2.3903	0.1224	0.5158	0.6283	1.6439	0.1998
x_{12}	r0	17.4653	0.0249	16.9788	0.0297	10.2349	0.2940	6.9392	0.6177
	r1	2.4845	0.1157	1.1002	0.4061	1.4109	0.2880	0.9479	0.4640
x_{13}	r0	12.5507	0.1328	7.5498	0.5577	6.5718	0.6538	6.6735	0.6438
	r1	0.1255	0.7767	0.5223	0.6258	0.3676	0.6847	1.0197	0.4367
x_{14}	r0	9.2884	0.3870	6.7621	0.6351	7.9983	0.5137	9.5041	0.3658
	r1	0.0065	0.9357	0.0568	0.8121	0.3478	0.6922	0.8682	0.4943
x_{15}	r0	13.2712	0.1057	8.5597	0.4585	4.9003	0.8192	6.2756	0.6828
	r1	0.2946	0.7124	0.2440	0.7317	0.2701	0.7217	2.1000	0.1475
x_{16}	r0	5.9584	0.7140	4.7433	0.8353	5.3963	0.7692	5.9883	0.7111
	r1	0.0237	0.8779	0.0724	0.7969	0.3214	0.7022	1.0790	0.4142
x_{17}	r0	8.5966	0.4549	5.6072	0.7485	6.0580	0.7042	8.2377	0.4901
	r1	0.4987	0.6348	0.5113	0.6300	0.8844	0.4882	1.9722	0.1608
x_{18}	r0	6.5851	0.6524	8.3953	0.4747	15.2469	0.0545	13.3738	0.1020
	r1	0.5035	0.6330	1.1133	0.4012	0.7645	0.5338	1.4339	0.2793
x_{19}	r0	18.3822	0.0180	39.0324	0.0010	13.4614	0.0990	6.1731	0.6929
	r1	1.2307	0.3565	0.7264	0.5482	0.2591	0.7259	0.5899	0.6001
x_{20}	r0	10.7019	0.2481	11.7655	0.1688	10.3433	0.2834	15.7244	0.0462
	r1	1.4781	0.2625	1.1914	0.3715	0.6480	0.5781	0.4641	0.6480

r_0, r_1 – метки, указывающие на возможный ранг коинтеграции (максимальное количество линейно независимых коинтеграционных векторов). Нулевой ранг коинтеграции указывает на ее отсутствие.

чинности Гренджера показал, что существование причинно-следственной связи между x_2 и y возможно, а вот y на x_2 не влияет.

Между ВВП и числом организаций, выполнявших научные исследования и разработки (x_6), существует взаимосвязь для лага 1 (рис. 3). Коэффициент корреляции для первых разностей показывает, что взаимосвязь является слабой и незначимой. Тест причинности Гренджера показывает возможность существования двухсторонней взаимосвязи для этих показателей.

ВВП и численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (x_7), демонстрируют значимую умеренную положительную взаимосвязь для первых разностей

(рис. 4). Согласно тесту Гренджера нулевая гипотеза об отсутствии причинно-следственной взаимосвязи между этими показателями не принимается.

ВВП взаимосвязано с численностью исследователей (x_8) и для текущих значений (рис. 5), и для всех трех лагов (рис. 6–8). В первых разностях наблюдается значимая умеренная взаимосвязь для текущих значений, для лаговых значений взаимосвязь будет незначимой. Тест причинности Гренджера показывает возможность существования двухсторонней взаимосвязи для этих показателей.

Между ВВП и выпуском из аспирантуры с защитой диссертации (x_{10}) наблюдается слабая

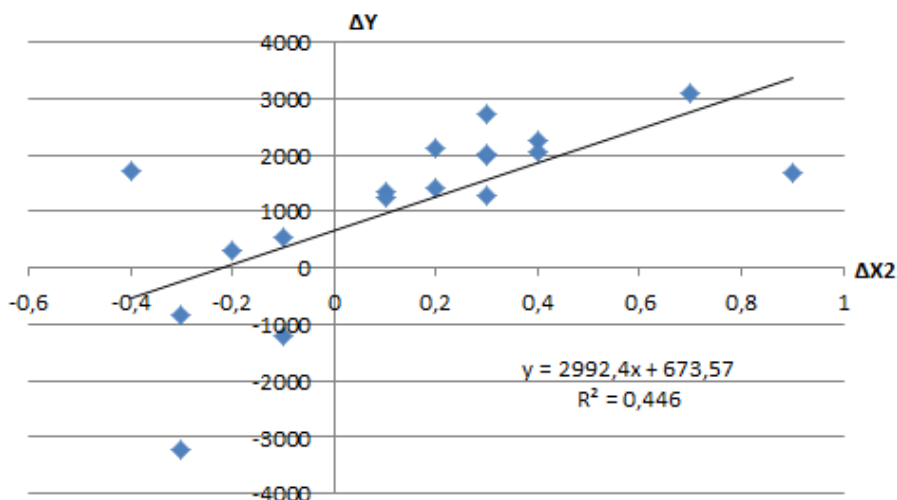


Рис. 1. Взаимосвязь ВВП с коэффициентом обновления основных фондов в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.6679, t -статистика – 3.5893

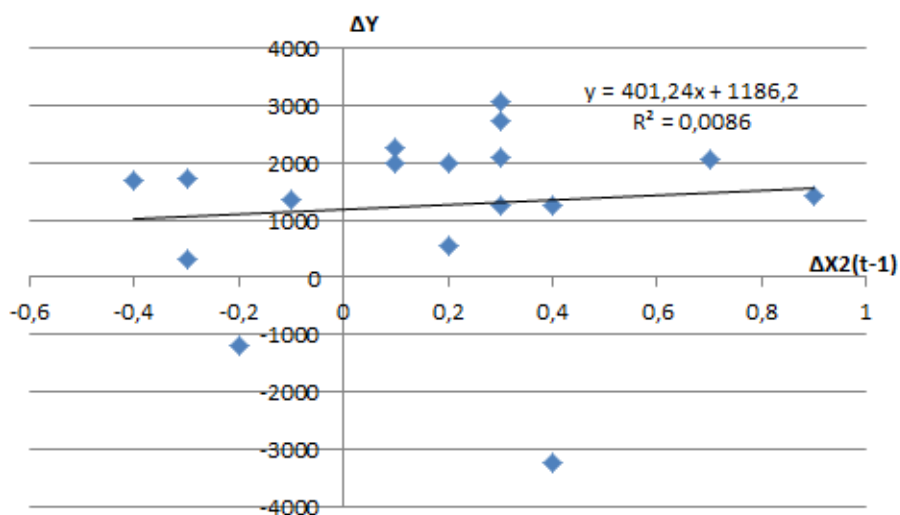


Рис. 2. Взаимосвязь ВВП с коэффициентом обновления основных фондов с лагом 1, в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.928, t -статистика – 0.3609

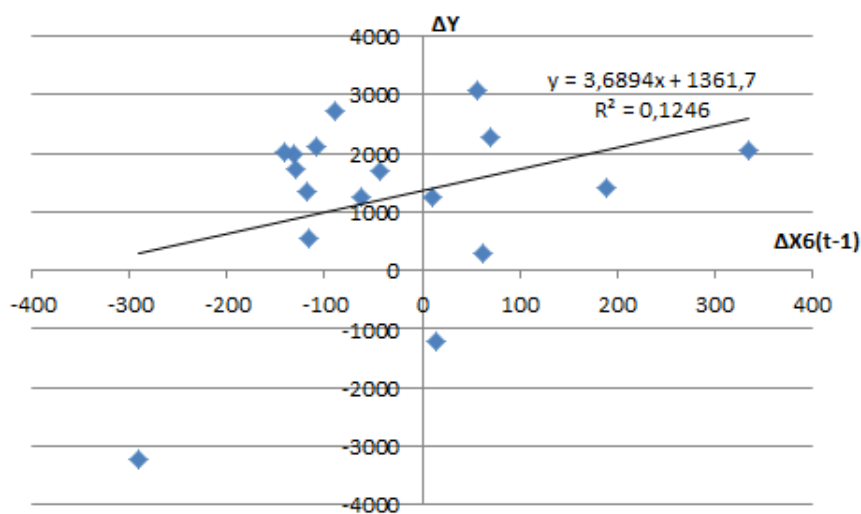


Рис. 3. Взаимосвязь ВВП с числом организаций, выполнявших научные исследования и разработки, с лагом 1 в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.3529, t -статистика – 1.4609

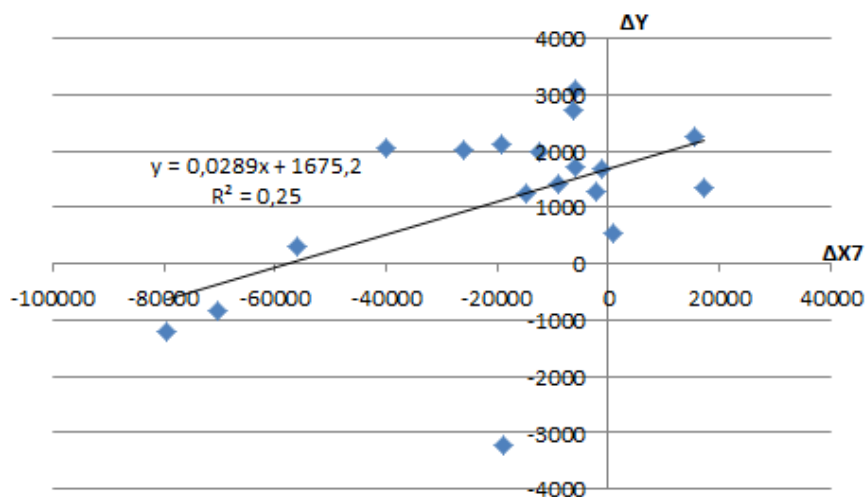


Рис. 4. Взаимосвязь ВВП с численностью персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.4500, t -статистика – 2.3093

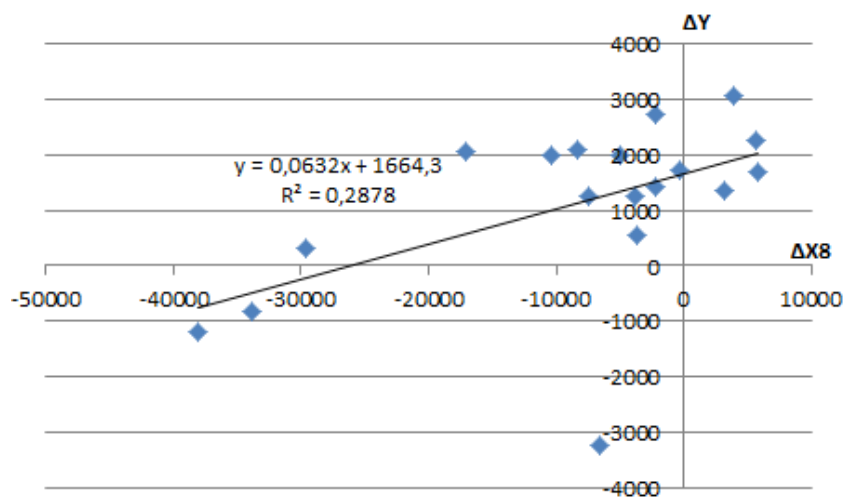


Рис. 5. Взаимосвязь ВВП с численностью исследователей, в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.5364, t -статистика – 2.5426

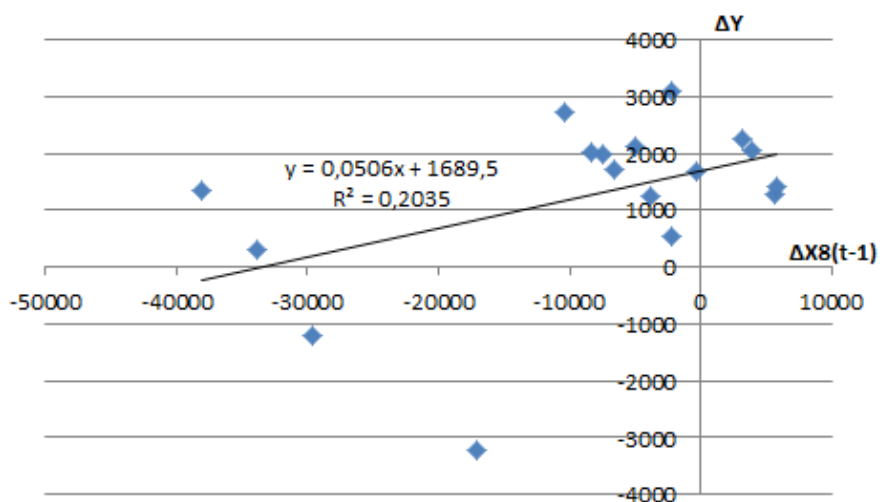


Рис. 6. Взаимосвязь ВВП с численностью исследователей, с лагом 1 в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.4511, t -статистика – 1.9578

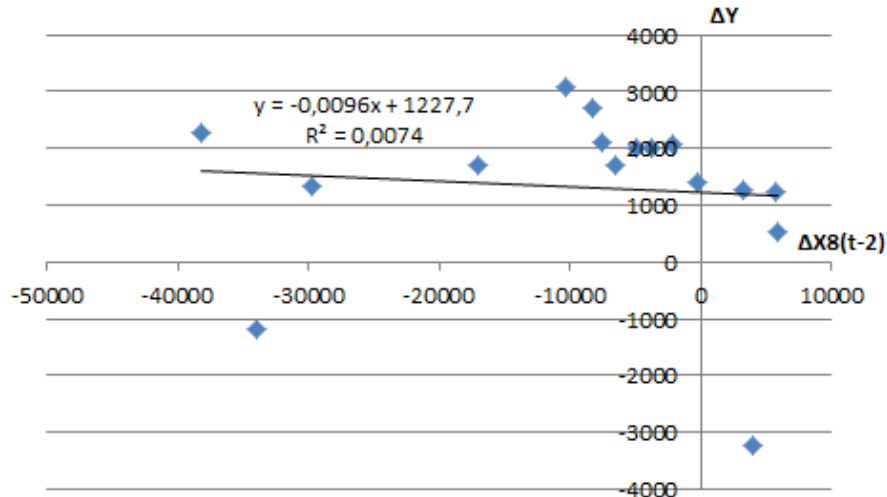


Рис. 7. Взаимосвязь ВВП с численностью исследователей с лагом 2, в первых разностях.
Коэффициент корреляции – (-0.0860), t -статистика – (-0.3230)

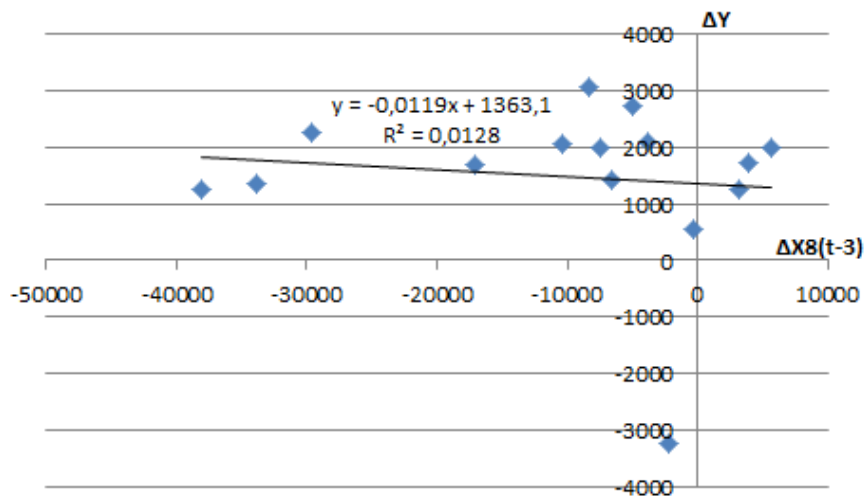


Рис. 8. Взаимосвязь ВВП с численностью исследователей с лагом 3, в первых разностях.
Коэффициент корреляции – (-0.1130), t -статистика – (-0.4099)

отрицательная взаимосвязь (рис. 9). Однако она является незначимой. Согласно тесту Гренджера нулевая гипотеза об отсутствии причинно-следственной взаимосвязи между этими показателями не принимается.

Взаимосвязь между ВВП и выпуском из докторантуры с защитой диссертации (x_{12}) является значимой (на 10% уровне) для текущих значений (рис. 10) и незначимой для лага 1 (рис. 11). Зависимость является умеренной, но обратной. Вероятно, это можно объяснить спецификой процесса защит докторских диссертаций, снижением их количества в последнее время, реформами образования и науки. Тест причинности Гренджера не позволяет принять нулевую гипотезу об отсутствии взаимосвязи между y и x_{12} .

Что касается взаимосвязи ВВП с инвестициями в основной капитал (x_{19}), то связь между текущими значениями – значимая, сильная, положительная (рис. 12); для лага 1 – незначимая отрицательная (рис. 13). Тест причинности Гренджера показал, что гипотеза об отсутствии причинно-следственной связи между y и x_{19} не принимается.

Также наблюдается незначимая слабая отрицательная взаимосвязь между ВВП и числом созданных (разработанных) три года назад передовых производственных технологий (рис. 14). Тест причинности Гренджера также не позволяет принять гипотезу об отсутствии причинно-следственной взаимосвязи между этими факторами.

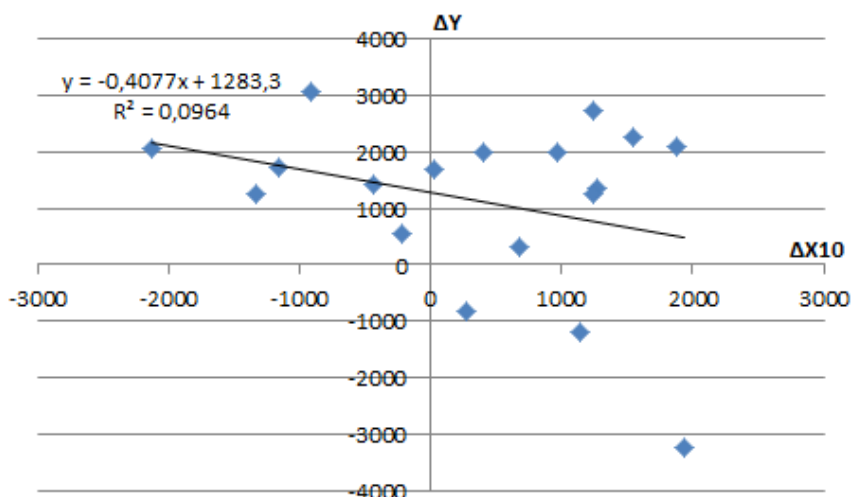


Рис. 9. Взаимосвязь ВВП с выпуском из аспирантуры с защитой диссертации, в первых разностях.
Коэффициент корреляции – (–0.3105), t -статистика – (–1.3064)

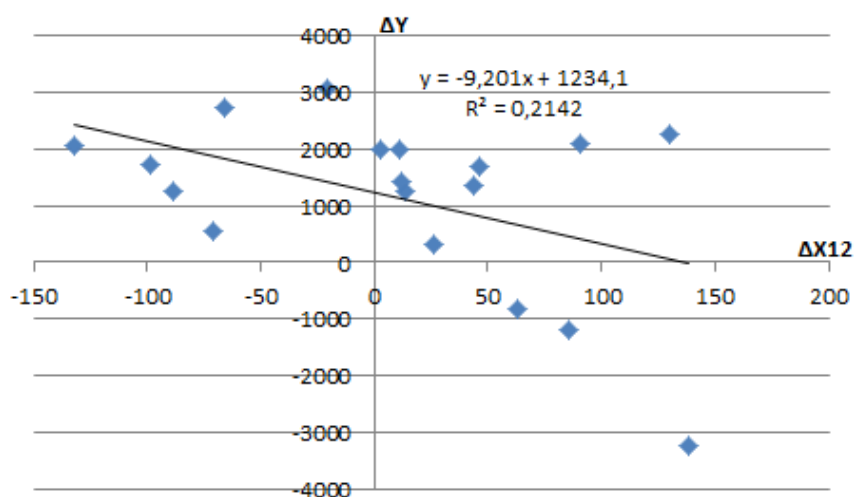


Рис. 10. Взаимосвязь ВВП с выпуском из докторантуры с защитой диссертации, в первых разностях.
Коэффициент корреляции – (–0.4628), t -статистика – (–2.0884)

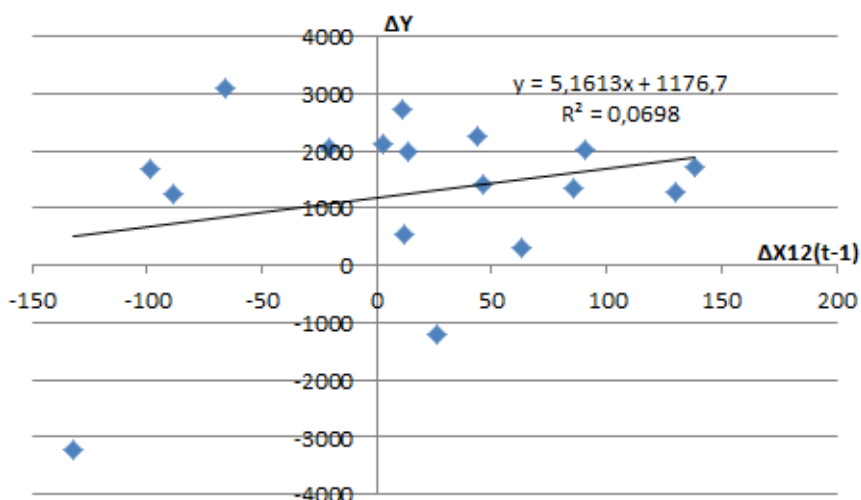


Рис. 11. Взаимосвязь ВВП с выпуском из докторантуры с защитой диссертации с лагом 1, в первых разностях.
Коэффициент корреляции – 0.2642, t -статистика – 1.0611

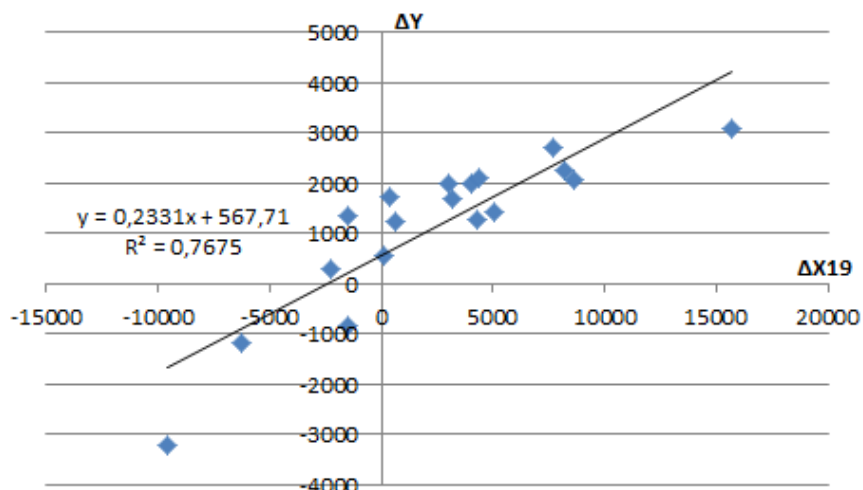


Рис. 12. Взаимосвязь ВВП с инвестициями в основной капитал, в первых разностях. Коэффициент корреляции – 0.8761, t -статистика – 7.2671

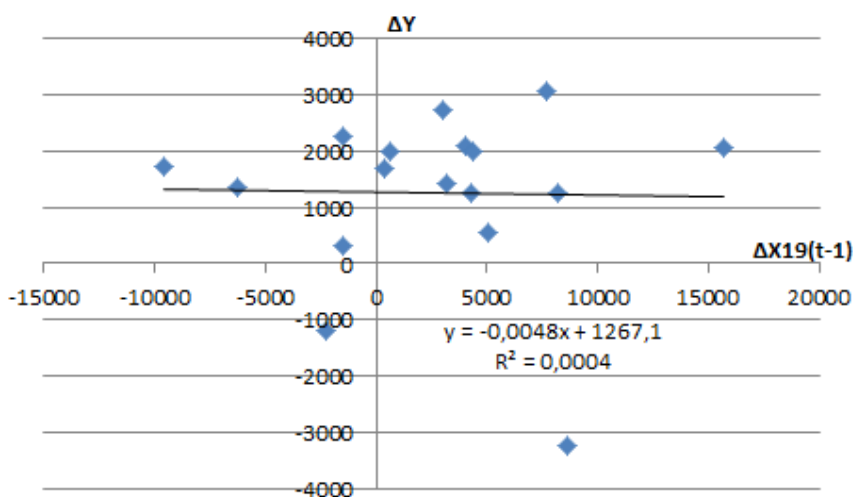


Рис. 13. Взаимосвязь ВВП с инвестициями в основной капитал с лагом 1, в первых разностях. Коэффициент корреляции – (-0.0189), t -статистика – (-0.0732)

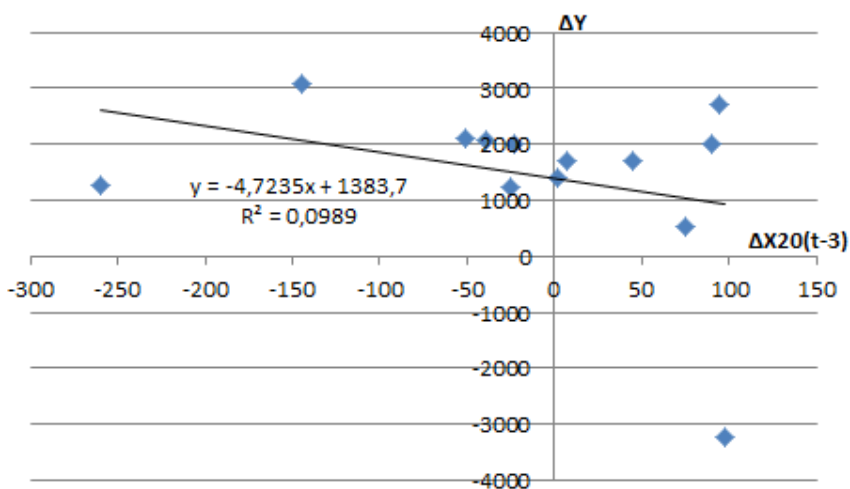


Рис. 14. Взаимосвязь ВВП с числом созданных (разработанных) передовых производственных технологий с лагом 3, в первых разностях. Коэффициент корреляции – (-0.3145), t -статистика – (-1.0987)

3. Построение макроэкономической модели экономики РФ

Теперь рассмотрим модель множественной регрессии, которая позволит рассмотреть совместно выявленные выше влияющие на ВВП факторы. Ограничимся рассмотрением производственной функции в спецификации Кобба – Дугласа. Для этого прологарифмируем все показатели, а также включим в модель фактор времени, коэффициент при котором трактуется как показатель экзогенно-заданного технологического прогресса:

$$\ln y_t = \beta_0 + \sum_{i \in M} \beta_i \ln(x_{it}) + \gamma t, \quad (1)$$

$$M = \{2, 7, 8, 12, 19\}.$$

Коэффициенты модели и характеристики регрессии представлены в таблице 3 (Модель 1). Так как не все показатели в (1) являются значимыми, то Модель 1 редуцируется к Модели 2 (сокращенная форма Модели 1).

Таблица 3

Регрессионный анализ

Переменная	Коэффициенты и значения	
	Модель 1	Модель 2
Константа	10.2954** (4.0275)	6.0886** (2.7807)
$\ln(x_2)$	0.1736 (0.1110)	
$\ln(x_7)$	1.0121 (0.6010)	1.5398*** (0.3732)
$\ln(x_8)$	-1.1750* (0.5686)	-1.4512*** (0.3305)
$\ln(x_7/x_8)$		
$\ln(x_{12})$	-0.0084 (0.0412)	
$\ln(x_{19})$	0.2849** (0.1150)	0.4361*** (0.0509)
t	0.0159 (0.0086)	0.0255*** (0.0060)
R^2 нормированный	0.9925	0.9922
F -критерий	397.5847	574.5476
DW	1.6562	1.4586

В скобках указаны стандартные ошибки.

* – уровень значимости 10%, ** – уровень значимости 5%, *** – уровень значимости 1%.

Характерной чертой модели 2 является тот факт, что показатели x_7 и x_8 имеют близкие по значению, но противоположные по знаку коэффициенты. Так как x_7 – это численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, а x_8 – это численность исследователей, то можно рассмотреть соотношение этих двух показателей, которое будет характеризовать численность персонала в научно-исследовательской сфере на одного исследователя (таблица 4).

Таблица 4

Регрессионный анализ

Переменная	Модель 3
Константа	7,2584*** (0,3106)
$\ln(x_7/x_8)$	1,4651*** (0,3197)
$\ln(x_{19})$	0,4486*** (0,0404)
t	0,0232*** (0,0024)
R^2 нормированный	0,9926
F -критерий	810,3380
DW	1,4910

В скобках указаны стандартные ошибки.

* – уровень значимости 10%, ** – уровень значимости 5%, *** – уровень значимости 1%.

Из модели следует, что производственная функция экономики РФ с учетом инвестиций в основной капитал и показателя, характеризующего научно-исследовательский сектор, имеет вид:

$$y_t = 1419938 e^{0,0232t} x_{19t}^{0,4486} \left(\frac{x_{7t}}{x_{8t}} \right)^{1,4651}. \quad (2)$$

В полученной спецификации наблюдается возрастающая отдача от масштаба, что может быть, с одной стороны, объяснено спецификой экономики России и продолжением переходного этапа, а, с другой стороны, недостаточным количеством статистических данных.

Заключение

В работе рассмотрены основные макроэкономические показатели, характеризующие научно-исследовательскую и инновационную деятельность, а также высококвалифицированный человеческий капитал (всего 21 показатель за 1995–2013 гг.) Среди них были выявлены факторы, которые действительно могут определять прирост валового внутреннего продукта страны, в том числе коэффициент обновления основных фондов (x_2), число организаций, выполнявших научные исследования и разработки (x_6), численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (x_7), численность исследователей (x_8), выпуск из аспирантуры с защитой диссертации (x_{10}), выпуск из докторантуры с защитой диссертации (x_{12}), инвестиции в основной капитал (x_{19}), число созданных (разработанных) передовых производственных технологий (x_{20}). Для этих восьми показателей проанализированы парные взаимосвязи с ВВП. По результатам отбора построена эконометрическая модель для производственной функции России в спецификации Кобба –

Дугласа, которая учитывает инвестиции в основной капитал, соотношение численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками, и численности исследователей, а также предполагает экзогенный технологический прогресс. Результаты моделирования могут быть использованы при дальнейших исследованиях влияния инноваций, результатов НИОКР и высококвалифицированного человеческого капитала на экономический рост в России.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-01-04604.

Список литературы

1. Горбунов В.К., Львов А.Г. Построение производственных функций по данным об инвестициях // Экономика и математические методы. 2012. Т. 48. № 2. С. 95–107.
2. Афанасьев А.А., Пономарева О.С. Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг. // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50. № 4. С. 21–33.
3. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Руденко В.А. Оценка эффективности регионов РФ на основе модели производственного потенциала с характеристиками готовности к инновациям // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50. № 4. С. 34–70.
4. Кирилук И.Л. Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т. 5. № 2. С. 293–312.
5. Голуб А. Факторы роста российской экономики и перспективы технического обновления // Вопросы экономики. 2004. № 5. С. 44–58.
6. Бессонов В.А., Цухло С.В. Анализ динамики российской переходной экономики. Сер. 42Р. Научные труды. М.: Фонд «Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара», 2002. 101 с.
7. Duffy J., Papageorgiou C. A Cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification // Journal of Economic Growth. 2000. Vol. 5. P. 87–120.
8. Ferreira P.C., Issler J.V., de Abreu Pessôa S. Testing production functions used in empirical growth studies // Economics Letters. 2004. Vol. 83, Issue 1. P. 29–35.
9. Madsen J.B. Semi-endogenous versus Schumpeterian growth models: testing the knowledge production function using international data // Journal of Economic Growth. 2008. Vol. 13. P. 1–26.
10. Teixeira A.A.C., Fortuna N. Human capital, innovation capability and economic growth in Portugal, 1960–2001 // Portuguese Economic Journal. 2004. Vol. 3. P. 205–225.
11. Viswanath J., Reddy K.L.N., Pandit V. Human Capital Contributions to Economic Growth in India: An Aggregate Production Function Analysis // Indian Journal of Industrial Relations. 2009. Vol. 44. No. 3. P. 473–486.
12. Сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 06.04.2015).
13. Носко В.П. Эконометрика. Кн. 1. Ч. 1, 2: Учебник. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2011. 672 с.
14. Эконометрика: Учебник для магистров / Под ред. И.И. Елисеевой. М.: Юрайт, 2014. 449 с.
15. MacKinnon J.G. Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests // Journal of Applied Econometrics. 1996. V. 11. P. 601–618.
- Johansen S. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models. Oxford: Oxford University Press, 1995. 267 p.

FORMALIZATION OF THE TASK OF IDENTIFYING AND ANALYZING THE MAIN ECONOMIC GROWTH DETERMINANTS IN RUSSIA

Yu.A. Kuznetsov¹, O.V. Michasova^{1,2}

¹ Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod

² Higher School of Economics – Nizhni Novgorod Branch

The paper analyzes the main macroeconomic indicators of innovation and research which can be used to construct the production function of the Russian Federation. Drawing on the Federal State Statistic Service data for 1995–2013, 21 indicators were considered. The factors that can really determine the growth of the country gross domestic product were identified among them by means of cointegration analysis. Pair-wise linkages with GDP were analyzed for these eight indicators. The econometric model of the Russian production function in the form of Cobb – Douglas was built using the results of the selection. It takes into account investments in fixed assets and the ratio of the number of R&D personnel and the number of researchers. The modeling results can be used in further studies of the effect of innovation, R&D and highly skilled human capital on economic growth in Russia.

Keywords: economic growth, research and development, innovation, human capital, production functions, econometric modeling.