

УДК 001.895

**МАМРАЕВА ДИНАРА ГАБИТОВНА,
ТАШЕНОВА ЛАРИСА ВЛАДИМИРОВНА**

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

АННОТАЦИЯ

В статье произведено моделирование с использованием разного набора математических функций (включая: экспоненциальную, логарифмическую, степенную, линейную и полиномиальную) 16 показателей, характеризующих результативность научной и инновационной деятельности в Республике Казахстан; на основе построенных экономико-математических моделей осуществлено прогнозирование анализируемых параметров; определены прогрессивные и регрессивные тенденции в рамках анализируемой проблематики.

Ключевые слова: инновационная деятельность; научная деятельность; объекты интеллектуальной собственности; трендовые модели показателей инновационной и научной деятельности.

**MAMRAYEVA D. G.,
TASHENOVA L. V.**

MODELING AND FORECASTING OF THE MAIN INDICATORS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATION AND RESEARCH ACTIVITIES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ABSTRACT

In the article, the modeling of the 16 indicators, characterizing the effectiveness of the scientific and innovative activity in the Republic of Kazakhstan, using a different set of mathematical functions (including: exponential, logarithmic, power, linear and polynomial) was realized; on the basis of the constructed economic-mathematical models, the forecasted parameters were analyzed; progressive and regressive trends are identified in the framework of whole analysis.

Keywords: innovation activity; scientific activity; objects of intellectual property; trend models of indicators of innovation and scientific activity.

Выявление объективных закономерностей в развитии инновационной и научной деятельности, как основного звена, соединяющего все сферы – является важнейшая задача информационного обеспечения нашей республики.

Анализ динамической информации о явлениях и процессах, протекающих в среде инновационной и научной деятельности страны, позволяет выявить, оценить и проанализировать тенденции в изменении показателей, представленных временными рядами.

Основные показатели, характеризующие исследуемую проблематику, перспективность моделирования и прогнозирования представлены в таблице 1.

Оценка показателей инновационной и научной деятельности Казахстана на основе построенных эконометрических моделей дает возможность получить такие данные об их развитии, которые затруднительно или невозможно получить путем непосредственного изучения изменений данных показателей.

Таблица 1.

Основные показатели развития инновационной и научной деятельности Казахстана за период 2004-2016 гг.

№	Основные показатели развития рынка инноваций	Годы												
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Показатели инновационной деятельности предприятий														
Y ₁	Доля инновационной продукции в ВВП, в процентах	1,27	1,58	1,53	1,19	0,69	0,49	0,65	0,84	1,22	1,61	1,46	1,92	_*
Y ₂	Количество инновационно-активных предприятий, ед.	184	352	505	526	447	399	572	762	1622	1774	1940	2585	_*
Y ₃	Уровень активности в области инноваций, в процентах	2,3	3,4	4,8	4,8	4,0	4,0	5,2	7,1	7,6	8,0	8,1	8,1	_*
Y ₄	Объем реализованной инновационной продукции, млн. тенге	21384,7	44133,1	88416,5	107585,8	89650,3	71591,5	124587,5	184710,1	266195,1	487271,0	525924,8	341270,9	_*
Показатели научной деятельности предприятий														
Y ₅	Число организаций, осуществивших НИОКР, ед.	295	390	437	438	421	414	424	412	345	341	392	390	_*
Y ₆	Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки, чел.	16715	18912	19563	17774	16304	15793	17021	18003	20404	23712	25793	24735	_*
Y ₇	Внутренние затраты на НИОКР, млн. тенге	14579,8	21527,4	24799,9	26737,5	34761,6	38988,7	33466,8	43351,6	51253,1	61672,7	66347,6	69302,9	_*
Y ₈	Затраты на продуктовые и процессные инновации, млн. тенге	35360,3	67088,9	79985,9	83523,4	113460,1	61050,9	235501,7	194990,9	325639,3	431993,8	434602,4	655361,0	_*
Показатели результативности инновационной и научной деятельности														
Y ₉	Количество выданных патентов на изобретение, шт.	1542	1672	1671	1009	1755	1687	1868	1887	1400	1500	1504	1504	1011
Y ₁₀	Количество выданных патентов на полезные модели, шт.	38	45	59	52	110	105	116	123	126	163	165	166	577

Y ₁₁	Количество выданных патентов на промышленные образцы, шт.	126	91	109	206	84	236	260	270	274	280	282	282	182
Y ₁₂	Количество выданных свидетельств об официальной регистрации товарных знаков и знаков обслуживания, шт.	1164	2226	2234	1793	3432	3658	4035	6185	2753	2809	3860	3914	4109
Y ₁₃	Количество зарегистрированных договоров на уступку и использование объектов промышленной собственности, шт.	247	215	130	234	312	302	239	415	218	499	566	580	611
Y ₁₄	Количество организаций, создавших и использующих новые технологии и объекты техники, ед.	156	262	262	245	208	140	338	562	713	664	681	865	_*
Y ₁₅	Количество созданных и использованных новых технологий и объектов техники, ед.	599	787	920	702	823	487	1037	1365	1608	2374	2469	3704	_*
Y ₁₆	Количество казахстанских публикаций в зарубежных рейтинговых изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus	_*	_*	_*	_*	_*	_*	765	894	1405	2481	3231	3902	_*

Примечание - Составлена авторами на основе данных Агентства по статистике РК (с использованием статистических ежегодников «Наука и инновации»)
* - данные отсутствуют в официальной статистике

На практике наиболее распространенным методом моделирования тенденции исходных временных рядов является метод аналитического выравнивания [1, с. 36].

Наиболее часто в анализе тенденций и закономерностей изменения основных показателей развития научной и инновационной деятельности предпочтение отдается математическим функциям такого вида, как: полиномиальным,

экспоненциальным, логарифмическим кривым, линейным и степенным. При этом следует учесть, что полиномиальное уравнение строится при $m=2$ и $m=3$ [2, с. 367].

В таблице 2 показаны итоговые сводные данные по трендовым моделям вышеперечисленных показателей развития инновационной и научной деятельности Казахстана за анализируемый период.

Таблица 2.

Трендовые модели показателей развития инновационной и научной деятельности Казахстана за 2004-2016 гг.

№ п.п.	Показатель	Обозначение	Уравнение тренда
1.	Доля инновационной продукции в ВВП, в процентах	Y_1	$y = 0,9914e^{0,0181x}$
			$y = 0,0028\ln(x) + 1,1995$
			$y = 0,0323x^2 - 0,3941x + 2,0161$
			$y = 0,002x^3 - 0,0066x^2 - 0,1836x + 1,7437$
			$y = 1,1682x^{-0,02}$
			$y = 0,025x + 1,036$
2.	Количество инновационно-активных предприятий, ед.	Y_2	$y = 180,66e^{0,2126x}$
			$y = 196,45x - 304,58$
			$y = 787,65\ln(x) - 339,58$
			$y = 26,551x^2 - 148,72x + 500,82$
			$y = 148,77x^{0,9464}$
			$y = 1,7125x^3 - 6,8425x^2 + 31,948x + 267,06$
3.	Уровень активности в области инноваций, в процентах	Y_3	$y = 2,6769e^{0,1032x}$
			$y = 0,535x + 2,1394$
			$y = 2,4157\ln(x) + 1,5931$
			$y = 0,0044x^2 + 0,4778x + 2,2727$
			$y = -0,0035x^3 + 0,0731x^2 + 0,1062x + 2,7535$
			$y = 2,2938x^{0,4955}$
4.	Объем реализованной инновационной продукции, млн. тенге	Y_4	$y = 25927e^{0,2516x}$
			$y = 41182x - 71623$
			$y = 170791\ln(x) - 88409$
			$y = 3395,7x^2 - 2961,4x + 31378$
			$y = -700,26x^3 + 17051x^2 - 76839x + 126964$
			$y = 18503x^{1,1846}$
5.	Число организаций, осуществлявших НИОКР, ед.	Y_5	$y = 387,85e^{0,0005x}$
			$y = -0,3182x + 393,65$
			$y = 13,435\ln(x) + 369,21$
			$y = -2,1966x^2 + 28,237x + 327,02$
			$y = 0,9804x^3 - 21,315x^2 + 131,67x + 193,19$
			$y = 362,22x^{0,043}$
6.	Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки, чел.	Y_6	$y = 15551e^{0,0333x}$
			$y = 694,64x + 15046$
			$y = 2564,4\ln(x) + 15289$
			$y = 161,9x^2 - 1410x + 19956$
			$y = 6,5088x^3 + 34,974x^2 - 723,33x + 19068$
			$y = 15735x^{0,1227}$

№ п.п.	Показатель	Обозначение	Уравнение тренда
7.	Внутренние затраты на НИОКР, млн. тенге	Y_7	$y = 15675e^{0,1308x}$
			$y = 4917x + 8605,1$
			$y = 21552\ln(x) + 4668,3$
			$y = 192,27x^2 + 2417,6x + 14437$
			$y = 20,672x^3 - 210,83x^2 + 4598,4x + 11615$
			$y = 13107x^{0,618}$
8.	Затраты на продуктовые и процессные инновации, млн. тенге	Y_8	$y = 31340e^{0,2466x}$
			$y = 49725x - 96665$
			$y = 200298\ln(x) - 107070$
			$y = 6184,8x^2 - 30677x + 90939$
			$y = 406,91x^3 - 1750x^2 + 12252x + 35396$
			$y = 24866x^{1,1011}$
9.	Количество выданных патентов на изобретение, шт.	Y_9	$y = 1674,4e^{-0,014x}$
			$y = -20,5x + 1682,7$
			$y = -63,5\ln(x) + 1649,4$
			$y = -9,6189x^2 + 114,16x + 1346,1$
			$y = -2,0635x^3 + 33,715x^2 - 137,59x + 1692,7$
			$y = 1643,3x^{-0,048}$
10.	Количество выданных патентов на полезные модели, шт.	Y_{10}	$y = 33,089e^{0,1693x}$
			$y = 25,527x - 36,769$
			$y = 107,3\ln(x) - 44,215$
			$y = 4,1339x^2 - 32,347x + 107,92$
			$y = 1,2299x^3 - 21,694x^2 + 117,7x - 98,706$
			$y = 26,402x^{0,8134}$
11.	Количество выданных патентов на промышленные образцы, шт.	Y_{11}	$y = 105,91e^{0,0829x}$
			$y = 14,39x + 105,58$
			$y = 75,622\ln(x) + 75,119$
			$y = -2,2812x^2 + 46,327x + 25,734$
			$y = -0,7226x^3 + 12,894x^2 - 41,831x + 147,13$
			$y = 89,834x^{0,4293}$
12.	Количество выданных свидетельств об официальной регистрации товарных знаков и знаков обслуживания, шт.	Y_{12}	$y = 1747,5e^{0,077x}$
			$y = 202,37x + 1827,4$
			$y = 1159,6\ln(x) + 1232,4$
			$y = -36,751x^2 + 716,88x + 541,15$
			$y = 2,6678x^3 - 92,775x^2 + 1042,4x + 92,951$
			$y = 1367,6x^{0,4519}$
13.	Количество зарегистрированных договоров на уступку и использование объектов промышленной собственности, шт.	Y_{13}	$y = 157,81e^{0,0997x}$
			$y = 35,566x + 102,42$
			$y = 150,29\ln(x) + 90,66$
			$y = 3,6868x^2 - 16,049x + 231,46$
			$y = -0,1533x^3 + 6,9053x^2 - 34,748x + 257,21$
			$y = 150,97x^{0,428}$
14.	Количество организаций, создавших и использующих новые технологии и объекты техники, ед.	Y_{14}	$y = 133,25e^{0,1509x}$
			$y = 62,881x + 15,939$
			$y = 256,37\ln(x) - 2,3505$
			$y = 6,3212x^2 - 19,294x + 207,68$
			$y = -0,7918x^3 + 21,761x^2 - 102,83x + 315,76$
			$y = 122,87x^{0,6375}$

№ п.п.	Показатель	Обозначение	Уравнение тренда
15.	Количество созданных и использованных новых технологий и объектов техники, ед.	Y_{15}	$y = 433,32e^{0,1517x}$
			$y = 231,39x - 97,773$
			$y = 891,1\ln(x) - 77,975$
			$y = 41,283x^2 - 305,29x + 1154,5$
			$y = 3,8963x^3 - 34,694x^2 + 105,77x + 622,64$
			$y = 420,92x^{0,6094}$
16.	Количество казахстанских публикаций в зарубежных рейтинговых изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus	Y_{16}	$y = 501,66e^{0,3591x}$
			$y = 679,2x - 264,2$
			$y = 1772,8\ln(x) + 169,03$
			$y = 65,464x^2 + 220,95x + 346,8$
			$y = -46,093x^3 + 549,44x^2 - 1240,2x + 1508,3$
			$y = 602,21x^{0,9797}$
Примечание – рассчитано авторами.			

После того как построены математические функции для описания выявленных тенденций в исходных рядах динамики исследуемых показателей, необходимо осуществить выбор той функции, которая наилучшим образом описывает реально существующие закономерности изменения показателей инновационной и научной деятельности Казахстана [3, с. 24].

В данной работе выбор моделей, наиболее адекватно отражающих тенденции изменения исследуемых временных рядов, осуществлен на основе сравнения такого показателя, как коэффициент детерминации R^2 , но, очевидно, что построив по представленным выше данным полином шестого порядка, мы получаем

практически идеальные значения коэффициента детерминации R^2 . Таким образом, рассматриваемые нами функции (модели) содержат в себе не только независимую переменную X , но и «нежелательную» случайную составляющую ϵ , а это, в свою очередь, снижает точность использования построенного уравнения (функции) для прогноза. Поэтому при выборе необходимой функции необходимо использовать приведенный коэффициент детерминации (\hat{R}^2) [4, с. 80].

В нашем случае, в качестве наилучшей модели будем выбирать ту функцию, которая имеет наибольшую величину приведенного коэффициента детерминации (Таблица 3).

Таблица 3.

Величины коэффициента детерминации и приведенного коэффициента детерминации в соответствии с трендовыми моделями показателей развития научной и инновационной деятельности в Республике Казахстан

Показатель	Уравнение тренда	R^2	\hat{R}^2
Y_1	$y = 0,9914e^{0,0181x}$	0,0232	-0,2493
	$y = 0,0028\ln(x) + 1,1995$	0,00002	-0,2500
	$y = 0,0323x^2 - 0,3941x + 2,0161$	0,6738	0,0900
	$y = 0,002x^3 - 0,0066x^2 - 0,1836x + 1,7437$	0,6947	-0,2935
	$y = 1,1682x^{0,02}$	0,0024	-0,2500
	$y = 0,025x + 1,036$	0,0432	-0,2477
Y_2	$y = 180,66e^{0,2126x}$	0,8835	0,7257
	$y = 196,45x - 304,58$	0,8074	0,5649
	$y = 787,65\ln(x) - 339,58$	0,5704	0,1567
	$y = 26,551x^2 - 148,72x + 500,82$	0,9451	0,8220
	$y = 148,77x^{0,9464}$	0,7691	0,4894
	$y = 1,7125x^3 - 6,8425x^2 + 31,948x + 267,06$	0,95	0,7563

Показатель	Уравнение тренда	R^2	\hat{R}^2
Y_3	$y = 2,6769e^{0,1032x}$	0,8391	0,6301
	$y = 0,535x + 2,1394$	0,8745	0,7059
	$y = 2,4157\ln(x) + 1,5931$	0,7836	0,5175
	$y = 0,0044x^2 + 0,4778x + 2,2727$	0,8751	0,6097
	$y = -0,0035x^3 + 0,0731x^2 + 0,1062x + 2,7535$	0,8781	0,4276
	$y = 2,2938x^{0,4955}$	0,85	0,6531
Y_4	$y = 25927e^{0,2516x}$	0,8736	0,7040
	$y = 41182x - 71623$	0,747	0,4475
	$y = 170791\ln(x) - 88409$	0,5646	0,1485
	$y = 3395,7x^2 - 2961,4x + 31378$	0,7944	0,3851
	$y = -700,26x^3 + 17051x^2 - 76839x + 126964$	0,8119	0,1480
	$y = 18503x^{1,1846}$	0,8507	0,6546
Y_5	$y = 387,85e^{0,0005x}$	0,0002	-0,2500
	$y = -0,3182x + 393,65$	0,0007	-0,2500
	$y = 13,435\ln(x) + 369,21$	0,0537	-0,2464
	$y = -2,1966x^2 + 28,237x + 327,02$	0,3057	-0,5109
	$y = 0,9804x^3 - 21,315x^2 + 131,67x + 193,19$	0,833	0,2347
	$y = 362,22x^{0,043}$	0,0742	-0,2431
Y_6	$y = 15551e^{0,0333x}$	0,5128	0,0787
	$y = 694,64x + 15046$	0,5351	0,1079
	$y = 2564,4\ln(x) + 15289$	0,3205	-0,1216
	$y = 161,9x^2 - 1410x + 19956$	0,8064	0,4171
	$y = 6,5088x^3 + 34,974x^2 - 723,33x + 19068$	0,8102	0,1411
	$y = 15735x^{0,1227}$	0,3067	-0,1324
Y_7	$y = 15675e^{0,1308x}$	0,9527	0,8845
	$y = 4917x + 8605,1$	0,9545	0,8888
	$y = 21552\ln(x) + 4668,3$	0,8059	0,5618
	$y = 192,27x^2 + 2417,6x + 14437$	0,9681	0,8954
	$y = 20,672x^3 - 210,83x^2 + 4598,4x + 11615$	0,9695	0,8498
	$y = 13107x^{0,618}$	0,9341	0,8407
Y_8	$y = 31340e^{0,2466x}$	0,9016	0,7661
	$y = 49725x - 96665$	0,8332	0,6178
	$y = 200298\ln(x) - 107070$	0,5941	0,1912
	$y = 6184,8x^2 - 30677x + 90939$	0,9535	0,8486
	$y = 406,91x^3 - 1750x^2 + 12252x + 35396$	0,958	0,7944
	$y = 24866x^{1,1011}$	0,7903	0,5307
Y_9	$y = 1674,4e^{-0,014x}$	0,0794	-0,2421
	$y = -20,5x + 1682,7$	0,0835	-0,2413
	$y = -63,5\ln(x) + 1649,4$	0,031	-0,2488
	$y = -9,6189x^2 + 114,16x + 1346,1$	0,2857	-0,5306
	$y = -2,0635x^3 + 33,715x^2 - 137,59x + 1692,7$	0,3814	-1,1363
	$y = 1643,3x^{0,048}$	0,0332	-0,2486
Y_{10}	$y = 33,089e^{0,1693x}$	0,8491	0,6512
	$y = 25,527x - 36,769$	0,5164	0,0833
	$y = 107,3\ln(x) - 44,215$	0,3524	-0,0948
	$y = 4,1339x^2 - 32,347x + 107,92$	0,6654	0,0713
	$y = 1,2299x^3 - 21,694x^2 + 117,7x - 98,706$	0,801	0,1040
	$y = 26,402x^{0,8134}$	0,7569	0,4661

Показатель	Уравнение тренда	R^2	\hat{R}^2
Y_{11}	$y = 105,91e^{0,0829x}$	0,4885	0,0483
	$y = 14,39x + 105,58$	0,5089	0,0737
	$y = 75,622\ln(x) + 75,119$	0,5429	0,1184
	$y = -2,2812x^2 + 46,327x + 25,734$	0,6496	0,0366
	$y = -0,7226x^3 + 12,894x^2 - 41,831x + 147,13$	0,7948	0,0793
	$y = 89,834x^{0,4293}$	0,5064	0,0706
Y_{12}	$y = 1747,5e^{0,077x}$	0,479	0,0368
	$y = 202,37x + 1827,4$	0,3731	-0,0760
	$y = 1159,6\ln(x) + 1232,4$	0,4732	0,0299
	$y = -36,751x^2 + 716,88x + 541,15$	0,5085	-0,2357
	$y = 2,6678x^3 - 92,775x^2 + 1042,4x + 92,951$	0,5158	-0,8349
	$y = 1367,6x^{0,4519}$	0,6379	0,2586
Y_{13}	$y = 157,81e^{0,0997x}$	0,6627	0,2990
	$y = 35,566x + 102,42$	0,7234	0,4041
	$y = 150,29\ln(x) + 90,66$	0,499	0,0613
	$y = 3,6868x^2 - 16,049x + 231,46$	0,8089	0,4239
	$y = -0,1533x^3 + 6,9053x^2 - 34,748x + 257,21$	0,8104	0,1419
	$y = 150,97x^{0,428}$	0,4714	0,0278
Y_{14}	$y = 133,25e^{0,1509x}$	0,7301	0,4163
	$y = 62,881x + 15,939$	0,7944	0,5388
	$y = 256,37\ln(x) - 2,3505$	0,5803	0,1709
	$y = 6,3212x^2 - 19,294x + 207,68$	0,8693	0,5928
	$y = -0,7918x^3 + 21,761x^2 - 102,83x + 315,76$	0,8795	0,4338
	$y = 122,87x^{0,6375}$	0,5727	0,1600
Y_{15}	$y = 433,32e^{0,1517x}$	0,7579	0,4680
	$y = 231,39x - 97,773$	0,7308	0,4176
	$y = 891,1\ln(x) - 77,975$	0,4763	0,0336
	$y = 41,283x^2 - 305,29x + 1154,5$	0,9479	0,8309
	$y = 3,8963x^3 - 34,694x^2 + 105,77x + 622,64$	0,9647	0,8266
	$y = 420,92x^{0,6094}$	0,5376	0,1113
Y_{16}	$y = 501,66e^{0,3591x}$	0,971	0,9286
	$y = 679,2x - 264,2$	0,9622	0,9073
	$y = 1772,8\ln(x) + 169,03$	0,8224	0,5954
	$y = 65,464x^2 + 220,95x + 346,8$	0,9813	0,9382
	$y = -46,093x^3 + 549,44x^2 - 1240,2x + 1508,3$	0,9977	0,9885
	$y = 602,21x^{0,9797}$	0,9066	0,7774

Примечание – рассчитано авторами.

В результате комплексного анализа рассчитанных показателей – приведенных коэффициентов детерминации, наиболее точно описывающих выявленные тенденции, были выбраны следующие модели трендов:

- для числа инновационно-активных предприятий (Y_2): $y = 26,551x^2 - 148,72x + 500,82$;
- для показателя «уровень активности в области инноваций» (Y_3): $y = 0,535x + 2,1394$;

- для показателя «объем реализованной инновационной продукции» (Y_4): $y = 25927e^{0,2516x}$;
- для показателя «внутренние затраты на НИОКР» (Y_7): $y = 192,27x^2 + 2417,6x + 14437$;
- для показателя «затраты на продуктовые и процессные инновации» (Y_8): $y = 6184,8x^2 - 30677x + 90939$;
- для выданных патентов на полезные

модели (Y10): $y = 33,089e^{0,1693x}$;

- для выданных патентов на промышленные образцы (Y11): $y = 75,622\ln(x) + 75,119$;
- для выданных свидетельств об официальной регистрации товарных знаков и знаков обслуживания (Y12): $y = 1367,6x^{0,4519}$;
- для зарегистрированных договоров на уступку и использование объектов промышленной собственности (Y13): $y = 3,6868x^2 - 16,049x + 231,46$;
- для организаций, создавших и использующих новые технологии и объекты техники (Y14): $y = 6,3212x^2 - 19,294x + 207,68$;
- для числа созданных и использованных новых технологий и объектов техники (Y15): $y = 41,283x^2 - 305,29x + 1154,5$;
- для показателя «количество публикаций в зарубежных рейтинговых изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus» (Y16): $y = -46,093x^3 + 549,44x^2 - 1240,2x + 1508,3$;

Необходимо отметить, что для показателя Y9 – «Количество выданных патентов на изобретения» все построенные модели с использованием определенных исследований функций имеют крайнюю неадекватность (так как коэффициент детерминации - отрицателен), что, соответственно, не позволяет нам использовать их для проведения дальнейшего прогнозирования

данного показателя по выбранной функции. Далее в работе мы прибегнем к прогнозированию при помощи экспоненциального сглаживания с использованием пакета Statistica 6.0, что, позволит нам получить прогнозные значения по анализируемому показателю.

Для показателей Y1, Y5, Y6 целесообразно построить дополнительную модель с использованием полиномиальной функции четвертого порядка ($m=4$), а затем по полученному коэффициенту детерминации рассчитать его приведенное значение (Таблица 4), так как его значение по уже рассчитанным функциям мало, что не позволяет нам с полной уверенностью использовать модели в дальнейшей работе при проведении прогнозирования.

Аналогичная ситуация характерна и для показателей Y11 и 12, но при построении полинома четвертого порядка мы получили результаты, при которых приведенный коэффициент детерминации уходил в минус, делая модель также крайне неадекватной, поэтому выбранные лучшие модели по данным показателям представлены выше, хотя, несомненно, назвать их идеально описывающими представленную тенденцию также сложно, хотя их дальнейшее использование возможно для проведения прогнозирования.

Таблица 4.

Полиномиальные функции четвертого порядка и коэффициенты детерминации для показателей Y1, Y5, Y6

Показатель	Уравнение тренда	R^2	\hat{R}^2
Y1	$y = -0,0022x^4 + 0,0602x^3 - 0,5072x^2 + 1,405x + 0,3465$	0,9084	0,4756
Y5	$y = -0,0329x^4 + 1,8346x^3 - 28,66x^2 + 154,98x + 172,69$	0,8378	0,1037
Y6	$y = -15,774x^4 + 416,64x^3 - 3491,7x^2 + 10467x + 9224,8$	0,9918	0,9510

Примечание – рассчитано авторами.

После отбора моделей тренда, наиболее точно описывающих выявленные тенденции в исследуемых рядах динамики, становится возможным получение прогнозных значений (таблица 5, 6). Необходимо отметить, что прогнозные значения рассчитывались по двум

периодам: для показателей, по которым имеются данные с 2004 по 2015 годы, (Y1-Y8; Y14-Y16) на период - 2016-2018 гг., а для показателей Y10-Y13 на период 2017-2019 (так как по ним имеется информация с 2004 по 2016 годы).

Таблица 5.

Прогнозные значения показателей Y1-Y8, Y14-Y16 на период 2016-2018 гг.

Показатели	Период прогноза (год)	Прогноз
Доля инновационной продукции в ВВП (Y1)	2016	2,32
	2017	1,3
	2018	1,3
Количество инновационно–активных предприятий (Y2)	2016	3054,6
	2017	3622,7
	2018	4244,0
Уровень активности в области инноваций (Y3)	2016	9,1
	2017	9,6
	2018	10,2
Объем реализованной инновационной продукции (Y4)	2016	682720,1
	2017	878033,6
	2018	1129222,8
Число организаций, осуществлявших НИОКР (Y5)	2016	435
	2017	495
	2018	575
Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки (Y6)	2016	28987
	2017	31948
	2018	35234
Внутренние затраты на НИОКР (Y7)	2016	81180,3
	2017	91393,9
	2018	102922,3
Затраты на продуктовые и процессные инновации (Y8)	2016	737369,2
	2017	873681,8
	2018	1022364,0
Количество организаций, создавших и использующих новые технологии и объекты техники (Y14)	2016	1025,1
	2017	1176,5
	2018	1340,5
Количество созданных и использованных новых технологий и объектов техники (Y15)	2016	4162,6
	2017	4971,9
	2018	5863,8
Количество казахстанских публикаций в зарубежных рейтинговых изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus (Y16)	2016	3940
	2017	3151
	2018	1249

Примечание – рассчитано авторами.

Таблица 6.

Прогнозные значения показателей Y10-Y13 на период 2017-2019 гг.

Показатели	Период прогноза (год)	Прогноз
Количество выданных патентов на полезные модели (Y10)	2017	2493,9
	2018	2954,0
	2019	3499,0
Количество выданных патентов на промышленные образцы (Y11)	2017	274,7
	2018	279,9
	2019	284,8
Количество выданных свидетельств об официальной регистрации товарных знаков и знаков обслуживания (Y12)	2017	4507,1
	2018	4649,8
	2019	4787,4
Количество зарегистрированных договоров на уступку и использование объектов промышленной собственности (Y13)	2017	729,4
	2018	820,3
	2019	918,5

Примечание – рассчитано авторами.

Подводя итоги прогнозирования, можно сделать вывод, что практически по всем анализируемым показателям будет наблюдаться положительная динамика развития, но по ряду параметров, таких как: доля инновационной продукции в ВВП (Y1), количество казахстанских публикаций в зарубежных рейтинговых изданиях, индексируемых в Web of Knowledge и Scopus (Y16) ожидается регрессивная тенденция, которая, возможно, будет связана с качественным улучшением выпускаемой инновационной продукцией, переключением на более экономически-эффективные отрасли инновационного производства, а также с переориентированием казахстанских ученых на журналы вышеуказанных баз данных, входящих в квартили 1 и 2, соответствующих предметных областей.

Подытоживая все вышесказанное, необходимо отметить, что выявленные в результате моделирования и прогнозирования положительные тенденции динамики основных показателей развития инновационной и научной деятельности в Республике Казахстан являются

вполне закономерным и ожидаемым результатом развития той сравнительно благоприятной конъюнктуры, которая сложилась на казахстанском рынке к концу 2017 года.

Список литературы

1. *Музычина Т. М., Поттосина С. А.* Использование пакета прикладных программ «Статистика»: Лаб. практикум по курсу «Эконометрика» для студ. эконом. спец. БГУИР всех форм обуч. – Минск: БГУИР, 2004. – 71 с.
2. *Лукашин Ю. П.* Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 766 с.
3. *Козинова А. Т.* Практикум по эконометрике. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2011. – 96 с.
4. *Бараз В.Р., Пегашкин В. Ф.* Использование MS Excel для анализа статистических данных. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2014. – 181 с.