

УДК 330.43

Цвиль М.М., кандидат физ-мат наук, доцент кафедры «Информатика и информационные таможенные технологии» Ростовского филиала Российской таможенной академии;

Бирюкова Е.А., студент 4 курса экономического факультета РТА РФ, Ростов-на-Дону, Россия;

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОЛИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В ВАЛОВОМ ВНУТРЕННЕМ ПРОДУКТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. В статье рассматривается роль инновационных технологий как движущей силы развития экономики государства в условиях глобализации и быстрорастущей конкуренции. Проводится анализ динамики доли продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте Российской Федерации по годовым данным за 2014-2024г.г., а также факторов, оказывающих влияние на данный показатель. Исследуется регрессия, описывающая зависимость технологических отраслей от затрат и количества коммерческих предприятий, от финансирования государства. Теснота связи переменных оцениваются с помощью корреляционного анализа. Строятся регрессионные модели от трех показателей, наиболее оказывающих влияние на долю высокотехнологичной продукции.

Ключевые слова: эконометрическая модель, прогнозирование, наукоемкая отрасль, высокотехнологическая продукция, регрессия, корреляционный анализ.

Tsvil M.M., Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Associate Professor at the Informatics and Information Customs Technologies Department, Russian Customs Academy, Rostov Branch
Biryukova E.A., 4th year student, Russian Customs Academy, Rostov branch, Rostov-on-Don, Russia;
birukovaliza05@gmail.com

STATISTICAL ANALYSIS OF THE HIGH-TECH PRODUCTSSHARE IN THE RUSSIAN FEDERATIONGROSS DOMESTIC PRODUCT

Abstract. The article examines the role of innovative technologies as a driving force for the development of state's economy in the context of globalization and rapidly growing competition. The article analyzes the dynamics of the share of high-tech and knowledge-intensive industries in the gross domestic product of the Russian Federation based on annual data from 2014 to 2024, as well as

the factors that influence this indicator. The article explores the regression describing the dependence of technological industries on the costs and the number of commercial enterprises, as well as on the government funding. The variables relationship tightness is evaluated using correlation analysis. Regression models are constructed based on three indicators that have the most significant impact on the high-tech products here.

Keywords: econometric model, forecasting, knowledge-intensive industry, high-tech products, regression, correlation analysis.

В современном мире происходит переориентация на наукоемкую экономику, на коммерческих предприятиях внедряются инновационные разработки, используются технологии больших данных, искусственный интеллект. Эти факторы позволяют снижать транзакционные издержки и максимизировать прибыль в организациях, а также повышать уровень экономики страны в целом. Это в свою очередь влияет в положительную сторону на качество жизни населения. Именно поэтому одной из приоритетных задач Российской Федерации является развитие наукоемкой отрасли. В условиях быстрорастущей конкуренции и глобализации руководителям организаций необходимо совершенствовать качество своей продукции, важно развивать технологический потенциал компании, инвестировать в новейшее оборудование.

Для выявления уровня развития инновационных технологий проводится статистический анализ показателя доли продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте Российской Федерации, который отражает конкурентоспособность, эффективность, степень развития экономики страны, а также перспективы и возможности ее совершенствования. Высокие значения данного показателя сигнализируют о развитии инновационных технологиях, внедрении их в производство.

Целью статьи является исследование показателя доли продукции высокотехнологичной отрасли в валовом внутреннем продукте Российской Федерации, анализ факторов, влияющих на него, построение эконометрической модели.

Одним из факторов, влияющих на экономическое развитие страны, является совершенствование высокотехнологичных и наукоемких отраслей.

Согласно Концепции технологического развития Российской Федерации до 2030 г. необходимо достичь целей, представленных на рис.1.



Рис.1.Основные цели Концепции технологического развития РФ до 2030 г. [1].

Исходя из вышеперечисленных целей можно сделать вывод о важной роли инновационных, сквозных и наукоемких технологиях в развитии экономики Российской Федерации и повышения качества жизни населения. Необходимо совершенствовать высокотехнологическую отрасль, регулярно проводить анализ по выявлению факторов, воздействующих на нее, оценивать ее динамику.

Для статистического анализа доли продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте Российской Федерации использовались данные Росстата, что гарантирует достоверность приведенных значений (табл.1).

Таблица 1[2]

Свод данных для построения эконометрической модели

№	год	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	2014	21,60	11,50	8,70	41,20	1,212	0,04	8,80
2	2015	21,10	12,70	8,40	45,50	1,204	0,44	8,30
3	2016	21,30	14,10	8,50	51,30	1,285	0,40	7,30
4	2017	21,80	19,80	7,20	57,60	1,405	0,38	20,80
5	2018	21,30	18,20	6,50	68,90	1,473	0,42	19,80
6	2019	22,20	15,10	5,30	92,30	1,954	0,49	21,60
7	2020	25,00	18,00	5,70	91,30	2,134	0,55	23,00
8	2021	22,90	17,00	5,00	119,70	2,380	0,63	23,00
9	2022	21,90	15,10	5,10	125,60	2,663	0,63	22,80
10	2023	23,60	15,40	6,00	139,40	3,520	0,69	22,70
11	2024	23,30	17,90	6,00	164,60	4,524	0,72	24,50

В сводке данных для построения эконометрической модели зависимой переменной y является доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте Российской Федерации.

В качестве независимых переменных выступают:

- x_1 – уровень инновационной активности организаций (%);
- x_2 – удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг (%);
- x_3 – объем инновационных товаров, работ, услуг (трлн. руб.);
- x_4 – затраты на инновационную деятельность организаций (трлн. руб.);
- x_5 – финансирование науки из средств федерального бюджета (трлн. руб.);
- x_6 – удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации.

Исследуется зависимость $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ с помощью матрицы парных коэффициентов корреляции, представленных в табл. 2. При этом выявляется мультиколлинеарность некоторых переменных.

Таблица 2

Таблица парных коэффициентов корреляции

	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
y	1	0,4086	-0,575	0,6095	0,6008	0,5483	0,6401
x_1	0,4086	1	0,523	0,3591	0,3054	0,4562	0,7363

x_2	-0,575	-0,523	1	-0,772	-0,588	-0,749	-0,918
x_3	0,6095	0,3591	-0,772	1	0,9603	0,862	0,7864
x_4	0,6008	0,3054	-0,588	0,9603	1	0,7836	0,6738
x_5	0,5483	0,4562	-0,749	0,862	0,7836	1	0,7172
x_6	0,6401	0,7363	-0,918	0,7864	0,6738	0,7172	1

Наибольшее влияние на зависимую переменную y оказывает удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации (x_6), $r_{yx_6} = 0,6401$. Предприятия, функционируя на рынке, оказывают влияние на общее экономическое развитие государства. Инновационная деятельность является двигателем экономического роста, вложения в новейшее современное оборудование могут привести к росту прибыли предприятия, что является основной целью каждого предпринимателя. Необходимо учитывать не только количество организаций, осуществляющих научную деятельность, но и их затраты. Высокий уровень расходов на инновационную деятельность (x_4) сигнализирует об активной наукоемкой деятельности предприятий, что в дальнейшем может улучшить рентабельность производства. Важно учитывать вложения в технологическое развитие не только хозяйствующих субъектов, но и государства. Необходимо отслеживать динамику расходов государства на инновационные разработки (x_5). Вышеперечисленные переменные прямо пропорционально связаны с долей продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП РФ и оказывают наиболее существенное влияние. Проанализируем матрицу парных коэффициентов корреляции зависимости $y = f(x_4, x_5, x_6)$, включающую в себя 3 переменные (табл.3).

Таблица 3

Матрица парных коэффициентов корреляции

	y	x_4	x_5	x_6
y	1	0,600838	0,548287	0,640055
x_4	0,600838	1	0,783614	0,673831
x_5	0,548287	0,783614	1	0,717226
x_6	0,640055	0,673831	0,717226	1

На основании регрессионного анализа с помощью программы «Регрессия» Excel выявлено, что для уравнения регрессии:

$$y = 20,18 + 3,6x_4 - 8,03x_5 + 0,08x_6. \quad (1)$$

коэффициент детерминации составляет: $R^2 = 0,4624$. Критерий Фишера меньше табличного значения $F_{\text{факт}} = 2,006 (F_{\alpha=0,05} = 9,12)$. Таким образом, регрессия (1), представленная статистикой на рис. 2, является статистически незначимой и ненадежной.

Регрессионная статистика									
Множественный R	0,679982436								
R-квадрат	0,462376114								
Нормированный R-квадрат	0,231965877								
Стандартная ошибка	1,060575732								
Наблюдения	11								
Дисперсионный анализ									
	df	SS	MS	F	Значимость F				
Регрессия	3	6,771708359	2,25723612	2,006752	0,201708505				
Остаток	7	7,873746186	1,124820884						
Итого	10	14,64545455							
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	
Y-пересечение	20,18446791	1,022208939	19,74593173	2,13E-07	17,76732787	22,60160796	17,76732787	22,60160796	
X4	3,59818E-07	5,23299E-07	0,687595931	0,513838	-8,77587E-07	1,59722E-06	-8,77587E-07	1,59722E-06	
X5	-8,0345E-08	3,11596E-06	-0,02578494	0,980149	-7,44843E-06	7,28774E-06	-7,44843E-06	7,28774E-06	
X6	0,078269785	0,074042966	1,057086022	0,325582	-0,096814009	0,253353579	-0,096814009	0,253353579	

Рис.2. Регрессионный анализ зависимости у от x_4, x_5, x_6

Можно сделать вывод, о незначимости представленной выше регрессии, так как в данном уравнении присутствуют факторы, которые оказывают на переменные неслучайное влияние. Важно отметить, что при анализе статистических данных важно учитывать влияние качественных факторов, которые могут оказывать воздействие на параметры уравнения. Для изучения этих факторов необходимо провести анализ зависимости у от влияния каждого фактора x_4, x_5, x_6 с помощью ввода фиктивных переменных.

С помощью программы «Регрессия» из пакета данных Excel, вводя фиктивные переменные Z_1, Z_2 , связанные с качественными изменениями в экономике государства, исследуем зависимость у от фактора x_4 (табл. 4).

Таблица 4

Данные для построения модели (2) с фиктивной переменной

t	y	x_4	$(x_4)^2$	Z_1	Z_2
1	21,6	1,212	1,469	0	0
2	21,1	1,204	1,449	0	0
3	21,3	1,285	1,650	0	0
4	21,8	1,405	1,974	0	0
5	21,3	1,473	2,169	0	0
6	22,2	1,954	3,819	0	0

7	25	2,134	4,554	1	0
8	22,9	2,380	5,663	0	0
9	21,9	2,663	7,089	0	1
10	23,6	3,520	12,387	0	0
11	23,3	4,524	20,467	0	0

Поясним эти изменения качественными изменениями, в 2020 г. в стране наблюдались экономические трудности, вызванные пандемией COVID-19, однако расходы предприятий на инновации резко выросли по сравнению с предыдущими периодами. Это связано с ростом интереса к медицинским разработкам и подписанием постановления №1613 от 07.10.2020 о субсидировании части расходов на научные и исследовательские разработки[3]. В 2022г. в связи со специальной военной операцией, повлекшей за собой экономические санкции, в том числе уход западных компаний, было необходимо адаптироваться к новым рыночным условиям. Это повлекло за собой необходимость импорта замещения и поддержки отечественных производителей со стороны государства. Таким образом для 2020 г. и 2022 г. примем фиктивные переменные $Z = 1$, в остальные года $Z = 0$. Полученное уравнение регрессии имеет вид полинома второй степени:

$$y_{x_4} = 18,65 + 2,55x_4 - 0,33x_4^2 + 2,44Z_1 - 1,17Z_2 \quad (2)$$

Коэффициент детерминации: $R^2 = 0,988$ для уравнения (2) свидетельствует о том, что вариация y на 98,8% объясняется вариацией x_4 . На долю прочих факторов, которые не учитываются в уравнении, приходится 1,2%. Критерий Фишера больше табличного значения $F_{\text{факт}} = 55,076$ ($F_{\alpha=0,05} = 5,99$), поэтому можно сделать вывод, что уравнение регрессии(2) статистически значимо. Ошибка аппроксимации показывает хорошее соответствие расчетных \hat{y}_{x_4} и фактических y данных (рис.3).

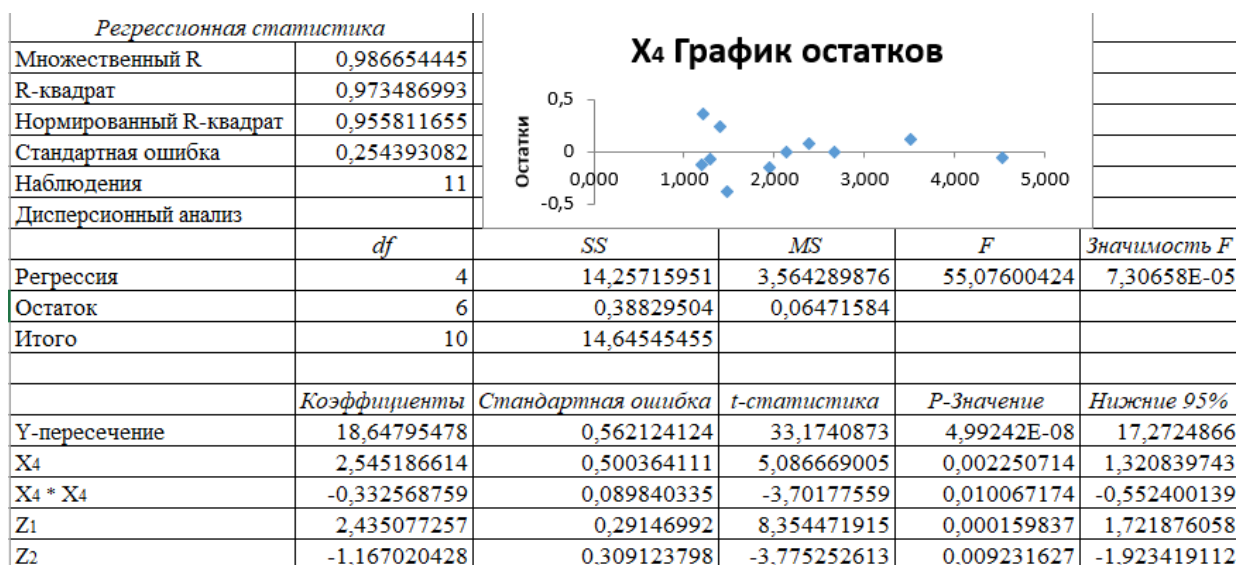


Рис. 3. Итоги регрессионного анализа зависимости y от фактора x_4

На основании полученных данных построим график, отражающий фактические и прогнозные значений (рис.4)

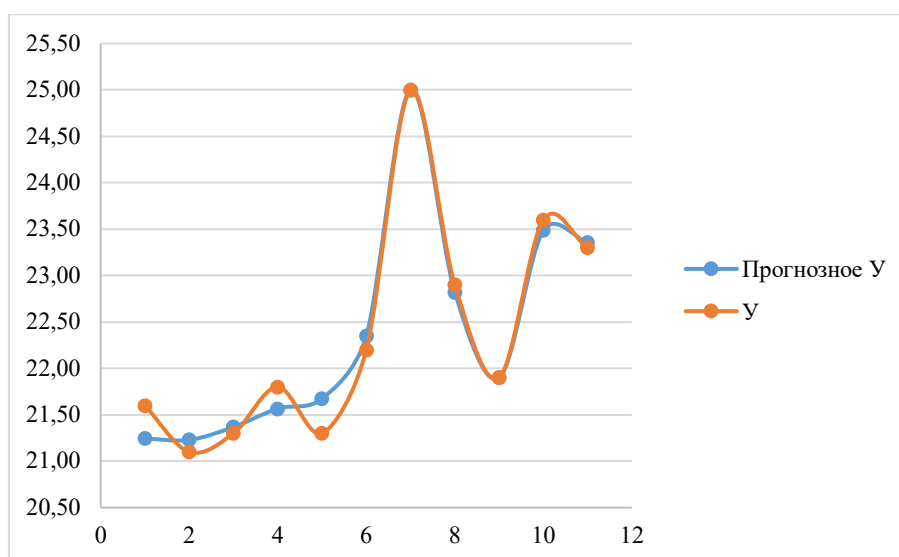


Рис. 4. График прогнозных и фактических значений y_{x_4}

Проведем анализ зависимости y от фактора x_5 , используя фиктивные переменные. В 2020 г. и 2022 г. государство увеличило финансирование на науку технологическую отрасль с целью модернизации мощностей, снижению импортной зависимости. Так были изданы следующие нормативно-правовые документы:

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 года №1512-р о стратегии развития обрабатывающей промышленности [4].

2. Приказ Минпромторга России от 16 сентября 2020 года №3092 о развитии экономики с учетом высокотехнологической продукции [5].

3. Постановление №469 от 25 марта 2022 года о льготном кредитовании предприятий, деятельность которых связана с наукоемкой деятельностью[6].

Таким образом, в таблице 5 представлено введение фиктивных переменных Z_1, Z_2 в связи с качественными изменениями в 2020 и 2022 гг.

Таблица 5

Данные для построения модели (3) с фиктивными переменными

t	y	x_5	$(x_5)^3$	Z_1	Z_2
1	21,60	0,0432733	1,872578493	0	0
2	21,10	0,4393928	193,0660327	0	0
3	21,30	0,4027223	162,1852509	0	0
4	21,80	0,3778822	142,7949571	0	0
5	21,30	0,4204723	176,7969551	0	0
6	22,20	0,4891584	239,2759403	0	0
7	25,00	0,5496022	302,0625782	1	0
8	22,90	0,6265743	392,5953534	0	0
9	21,90	0,6317016	399,0469114	0	1
10	23,60	0,6917589	478,5303757	0	0
11	23,30	0,716858	513,8853922	0	0

С помощью программы «Регрессия» из Пакета анализа Excel получено уравнение регрессии в виде полинома 3-ей степени:

$$y_{x_5} = 21,79 - 5,18x_5 + 0,01x_5^3 + 2,8Z_1 - 0,91Z_2 \quad (3)$$

Коэффициент детерминации уравнения (3) составляет: $R^2 = 0,972$, следовательно, вариация y на 97,2% объясняется вариацией x_5 , 2,8% приходится на остальные факторы. Значение статистики Фишера больше табличного значения $F_{факт} = 25,88$ ($F_{\alpha=0,05} = 5,99$). Таким образом, уравнение регрессии статистически значимо. Ошибка аппроксимации показывает хорошее соответствие расчетных y и фактических y данных (рис.5).



Рис. 5. Итоги регрессионного анализа зависимости y от фактора x_5

По полученным данным построим график, отражающий фактические и прогнозные показатели (рис. 6).

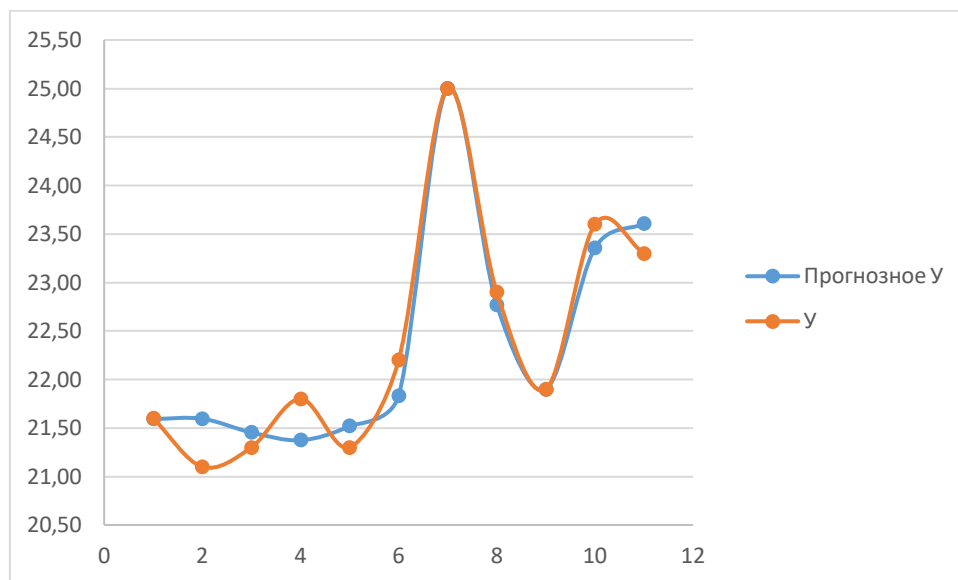


Рис. 6. График прогнозных и фактических y_{x_5}

Далее выявим зависимость y от влияния фактора x_6 . Введем фиктивные переменные, учитывая периоды времени, связанные с структурными дисбалансами в экономике и ее трансформацией (табл. 6).

Таблица 6

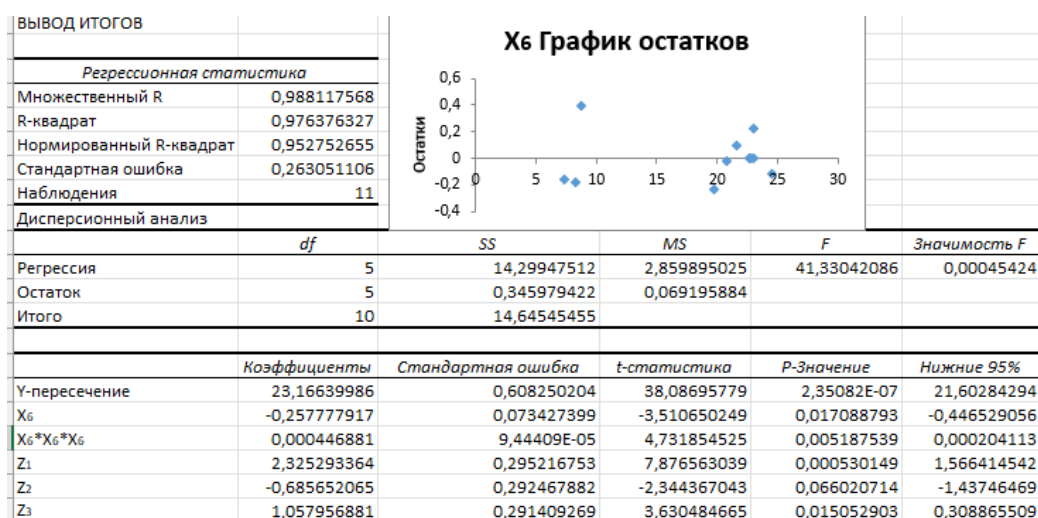
Данные для построения модели (4) с фиктивными переменными

t	y	x_6	$(x_6)^2$	$(x_6)^3$	Z_1	Z_2	Z_3
1	21,60	8,80	77,44	681,472	0	0	0
2	21,10	8,30	68,89	571,787	0	0	0
3	21,30	7,30	53,29	389,017	0	0	0
4	21,80	20,80	432,64	8998,912	0	0	0
5	21,30	19,80	392,04	7762,392	0	0	0
6	22,20	21,60	466,56	10077,696	0	0	0
7	25,00	23,00	529	12167	1	0	0
8	22,90	23,00	529	12167	0	0	0
9	21,90	22,80	519,84	11852,352	0	1	0
10	23,60	22,70	515,29	11697,083	0	0	1
11	23,30	24,50	600,25	14706,125	0	0	0

Получаем уравнение регрессии в виде полинома 3-ей степени:

$$y_{x_6} = 23,17 - 0,26x_6 + 0,0004x_6^3 + 2,33Z_1 - 0,69Z_2 + 1,06Z_3 \quad (4).$$

Коэффициент детерминации составляет: $R^2 = 0,988$, что говорит о том, что вариация y на 98,8% объясняется вариацией x_6 . На долю прочих факторов, не учитываемых в регрессии, приходится 1,2%. Значение статистики Фишера больше табличного значения $F_{факт} = 41,3$ ($F_{\alpha=0,05} = 5,99$), и можно сделать вывод, что уравнение регрессии статистически значимо. Ошибка аппроксимации показывает хорошее соответствие расчетных y_{x_6} и фактических y данных (рис.7).

Рис. 7. Итоги регрессионного анализа зависимости y от фактора x_6

Исходя из полученных значений по модели (4) можно построить следующий график фактических и прогнозных показателей (рис. 8).

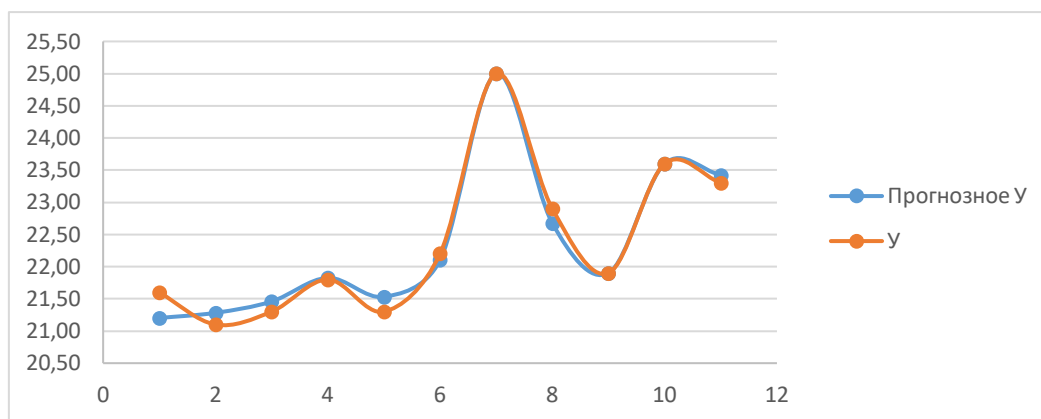


Рис. 8. График прогнозных и фактических значений y от фактора x_6

На основании полученных уравнений парной регрессии определим с помощью коэффициентов эластичности силу влияния каждого фактора (x_4 , x_5 , x_6) на качество жизни y .

$$\bar{\mathcal{E}}_{x_4} = f'(x_4) \frac{\bar{x}_4}{\bar{y}} = \frac{(b_1 + 2 \cdot b_2 \cdot \bar{x}_4) \cdot \bar{x}_4}{a + b_1 \cdot \bar{x}_4 + b_2 \cdot \bar{x}_4^2} = \frac{(2,55 - 2 \cdot 0,33 \cdot 2,16) \cdot 2,16}{18,65 + 2,55 \cdot 2,16 - 0,33 \cdot 2,16^2} = 0,107\% .$$

$$\bar{\mathcal{E}}_{x_5} = f'(x_5) \frac{\bar{x}_5}{\bar{y}} = \frac{(b_1 + 3 \cdot b_2 \cdot \bar{x}_5^2) \cdot \bar{x}_5}{a + b_1 \cdot \bar{x}_5 + b_2 \cdot \bar{x}_5^3} = \frac{(-5,18 + 3 \cdot 0,01 \cdot 489,95^2) \cdot 489,95}{21,79 - 5,18 \cdot 489,95 + 0,01 \cdot 489,95^3} = 3,004\% .$$

$$\bar{\mathcal{E}}_{x_6} = f'(x_6) \frac{\bar{x}_6}{\bar{y}} = \frac{(b_1 + 3 \cdot b_2 \cdot \bar{x}_6^2) \cdot \bar{x}_6}{a + b_1 \cdot \bar{x}_6 + b_2 \cdot \bar{x}_6^3} = \frac{(-0,26 + 3 \cdot 0,0004 \cdot 18,42^2) \cdot 18,42}{23,17 - 0,26 \cdot 18,42 + 0,0004 \cdot 18,42^3} = 0,130\% .$$

С помощью сравнения показателей $\bar{\mathcal{E}}_{x_i}$, необходимо ранжировать x_i по силе их влияния на долю высокотехнологических отраслей в ВВП РФ:

- 1) $\bar{\mathcal{E}}_{x_5} = 3,004\%$.
- 2) $\bar{\mathcal{E}}_{x_6} = 0,13\%$.
- 3) $\bar{\mathcal{E}}_{x_4} = 0,107\%$.

Таким образом, если государство увеличит финансирование на наукоемкую деятельность на 1%, то доля высокотехнологических отраслей в ВВП России увеличится на 3,004%. Аналогично с ростом удельного веса организаций, занимающихся инновационной деятельностью, и ростом затрат предприятий на высокотехнологическое оборудование, то произойдет увеличение анализируемой доли на 0,13% и 0,107% соответственно.

Важно отметить, что для поддержания стабильного развития наукоемкой отрасли государству важно поддерживать благоприятный инновационный климат, необходимо поддерживать предприятия, занимающиеся наукоемкой деятельностью. Высокотехнологическая отрасль оказывает воздействие на валовый внутренний продукт, на экономический потенциал страны. Знания в области науки необходимы для социально-экономического развития государства. От количества организаций, деятельность которых сосредоточена в высокотехнологической сфере, их расходов на инновационную деятельность, а также финансирования со стороны государство будет зависеть доля наукоемкой отрасли в ВВП РФ. Кроме этого, рост вышеперечисленных показателей будет способствовать росту валового внутреннего продукта, это приведет к повышению экономического потенциала России, а также повышению качества жизни населения. Благодаря мультипликативному эффекту развитие наукоемкой и высокотехнологической отраслей приведет к общему росту производства, таким образом, инвестирование в новейшее оборудование оказывает влияние на все сферы и экономику страны в целом. Инновационные технологии дают возможность к структурной перестройке экономики государства, повышая ее возможности, конкурентоспособность и перспективы развития.

Необходимо отметить, что существует ряд барьеров в Российской Федерации для развития высокотехнологической и наукоемкой отрасли. К ним можно отнести нехватку квалифицированных кадров, неравномерность развития между регионами, недостаточное финансирование. Для развития экономики государства важно решить приведенные выше проблемы.

Таким образом, статистический анализ доли высокотехнологических отраслей в валовом внутреннем продукте показал, что среди анализируемых факторов наибольшее влияние на рост доли высокотехнологических отраслей в валовом внутреннем продукте Российской Федерации оказывает финансирование государства наукоемкой и высокотехнологической отрасли. Важно государству поддерживать развитие наукоемкой отрасли, так как ее

развитие оказывает положительное воздействие как на экономику страны, так и на качество жизни населения.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. №1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 г.».
2. Официальный сайт Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>.
3. Постановление Правительства РФ от 25 сентября 2021 г. №1613 о внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Управление государственными финансами и регулирование финансовых рынков».
4. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 16 сентября 2020 г. №3092 «Об утверждении Перечня высокотехнологичной продукции, работ и услуг с учетом приоритетных направлений модернизации российской экономики».
5. Постановление Правительства РФ от 25 марта 2022 г. №469 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета акционерному обществу «Российский Банк поддержки малого и среднего предпринимательства» на возмещение недополученных им доходов по кредитам, предоставленным в 2022 - 2024 годах высокотехнологичным, инновационным субъектам малого и среднего предпринимательства по льготной ставке».

References:

1. Russian Government Order No. 1315-r of May 20, 2023, "On Approval of the Concept for Technological Development through 2030."

2. Official website of the Federal State Statistics Service. [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>.
3. Russian Government Resolution No. 1613 of September 25, 2021, on Amendments to the State Program of the Russian Federation "Public Finance Management and Regulation of Financial Markets."
4. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation of September 16, 2020, No. 3092, "On Approval of the List of High-Tech Products, Works, and Services Taking into Account Priority Areas of Modernization of the Russian Economy."
5. Resolution of the Government of the Russian Federation of March 25, 2022 No. 469 "On approval of the Rules for providing a subsidy from the federal budget to the joint-stock company "Russian Bank for Support of Small and Medium-Sized Entrepreneurship" to compensate for lost income on loans provided in 2022-2024 to high-tech, innovative small and medium-sized businesses at a preferential rate."