

УДК 330.4:658.14/.17

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНОВ МЕТОДАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Адамадиев К.Р., Ахмедов А.С.

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»,  
Махачкала, e-mail: adamadziev@mail.ru

Настоящая статья посвящена разработке методов, моделей и методики прогнозирования ключевых экономических показателей регионов, к которым относятся производительность труда, средняя заработная плата на одного работника и фондовооруженность труда. Особенность подхода авторов к прогнозированию состоит в том, что оно основывается на выявлении тенденций изменения каждого показателя и динамики связей между ними, а также на построении моделей и обосновании с их помощью видов и характера тенденций и связей. При прогнозировании в экономике приходится разрабатывать и сравнивать между собой множество их вариантов при различных исходных выборках, разных видах возможных траекторий изменения показателей и характера связей между ними. При этом возникает необходимость повторения выполненных для одного региона расчетов для обоснования прогнозов всех остальных регионов (федеральных округов и страны в целом). Разработанная авторами компьютерная модель позволяет свести до минимума повторное выполнение расчетов. Модели и методика прогнозирования разработаны и апробированы на примере данных Республики Дагестан за 2002–2013 гг. Проведена оценка ряда рассчитанных вариантов прогноза и сформулированы авторские выводы об их сравнительной приемлемости для практической реализации.

**Ключевые слова:** прогноз, производительность труда, заработная плата, фондовооруженность труда, временные ряды, компьютерная модель, база данных, таблицы-шаблоны

## PREDICTION OF REGION'S ECONOMIC INDICATORS BY MODELING METHODS

Adamadziev K.R., Akhmedov A.S.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: adamadziev@mail.ru

This article is dedicated to the development of methods, models and methodics to predict the key economic indicators of the regions, which include labor productivity, average wages per worker and capital-labor. Specifics of writers approach to forecasting is that it is based on identifying trends in each indicator and the dynamics of relationships between them, as well as the construction of models and use them to justify species and the nature of the trends and relationships. When forecasting the economy one has to develop and to compare a lot of different options in the original sample, various types of possible trajectories of change in indicators and the nature of relations between them. At the same time there is a need for a repetition of the same region made calculations to justify the predictions of all the other regions (federal districts and the country as a whole). We have developed a computer model allowing to minimize the re-performance of calculations. Models and methods of forecasting developed and tested by the data of the Republic of Dagestan for 2002–2013. The evaluation of a number of options calculated prognosis and author's conclusions are formulated about their relative suitability for practical implementation.

**Keywords:** forecast, productivity, wages, capital-labor, time series, computer model, database, table templates

**Целью настоящей статьи** является разработка методики расчетов и оценки вариантов прогнозов, основывающейся на выявлении тенденций и динамики взаимосвязей экономических показателей.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

– разработана модельно-компьютерная система, позволяющая автоматизировать расчеты, связанные с выявлением тенденций, взаимосвязей, выбором вариантов прогнозов и формированием аналитических документов (таблиц, графиков);

– с помощью разработанной модельно-компьютерной системы рассчитаны варианты прогнозов при различных временных интервалах и проведен их сравнительный анализ;

– сформирован ряд выводов, вытекающих из анализа тенденций, взаимосвязей и вариантов прогнозов.

Методика апробирована на примере трех важных экономических показателей регионов России: производительности труда, средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда. Производительность труда – один из ключевых показателей, характеризующий эффективность экономики, заработная плата – важнейший социально-экономический показатель, на основе которого можно судить о качественном уровне рабочей силы и соответствии ее величины цене рабочей силы. Фондовооруженность труда – показатель технического уровня развития экономического объекта.

Разработанная нами методика выявления и анализа динамических тенденций и взаимосвязей (взаимозависимостей) предусматривает построение пяти видов уравнений временных рядов и рядов динамики: линейных, степенных, показательных,

гиперболических и полиномов второй степени (параболических).

Методика построения уравнений временных рядов и рядов динамики нами здесь не рассматривается. Ее можно найти как в учебной литературе по эконометрике, так и в различных научных публикациях [см., например, 3; 5; 6; 8; 9].

Дело в том, что в офисных программных средствах типа MS Excel и в специализированных программных системах имеются встроенные функции, позволяющие проводить прогнозные расчеты без построения самих уравнений временных рядов и рядов динамики. Таковыми являются, например, функции «предсказ», «тенденция» и «рост» в MS Excel: первый и второй предназначены для прогнозирования с помощью уравнений линейного вида, третья – уравнений показательного вида.

Прогнозирование по остальным трем видам уравнений (степенного, гиперболического и полинома второй степени) могут быть выполнены с помощью функции «тенденция» (по функции «предсказ» – только однофакторные уравнения).

Разработка методики начинается с создания двух таблиц с исходными данными, необходимых для выполнения прогнозных расчетов с помощью различных видов уравнений:

- а) временных рядов;
- б) однофакторных рядов динамики. ...

В соответствии с первой таблицей, чтобы выполнить прогнозные расчеты с помощью уравнений временных рядов линейного и показательного видов в качестве исходных данных используются величины  $Y_t$  и  $t$ , а в качестве функций для прогнозирования – «тенденция» и «рост»; для гиперболического вида –  $Y_t$  и  $1/t$ ; для степенного вида –  $\lg Y_t$  и  $\lg t$ ; для параболического вида –  $Y_t$ ,  $t$  и  $t^2$ . В трех последних случаях в качестве функции для прогнозирования используется «тенденция».

Данные второй таблицы показывают, какие исходные данные требуются для выполнения прогнозных расчетов по уравнениям однофакторных рядов динамики:  $Y_t$  и  $X_t$  – по уравнениям линейного и показательного видов с помощью встроенных статистических функций «тенденция» и «рост» из MS Excel;  $Y_t$  и  $1/X_t$  – по уравнению гиперболического вида с помощью встроенных статистических функций «тенденция»;  $\lg Y_t$  и  $\lg X_t$  – по уравнению степенного вида с помощью встроенных статистических функций «тенденция»;  $Y_t$ ,  $X_t$  и  $X_t^2$  – по уравнению параболического вида с помощью встроенных статистических функций «тенденция».

В случае многофакторных уравнений рядов динамики действуют аналогично.

Методика расчета и оценки параметров и статистических характеристик в настоящей статье не рассматривается, поскольку такая методика нами уже описывалась в различных публикациях [см., например, 1; 2; 5]. Поэтому перейдем к методике выполнения прогнозных расчетов без построения уравнений временных рядов и рядов динамики, с помощью которых они рассчитываются.

Рассмотрим, прежде всего, встроенные функции MS Excel, на основе которых можно выполнять прогнозные расчеты. Таких функций три: «предсказ», «тенденция» и «рост».

Функция «предсказ» предназначена для выполнения прогнозных расчетов по линейным уравнениям временных рядов и однофакторных уравнений рядов динамики.

«Тенденция» предназначена для выполнения прогнозных расчетов с помощью уравнений временных рядов вида полиномов и многофакторное уравнение рядов динамики, которые могут быть выражены в линейном виде.

Функция «рост» предназначена для выполнения прогнозных расчетов по уравнениям временных рядов и многофакторных рядов динамики показательного вида.

Методику выполнения прогнозных расчетов с помощью функции «тенденция» по уравнениям линейного и степенного видов, а также с помощью функции «рост» по уравнениям показательного вида в MS Excel иллюстрирует табл. 1.

Исходными данными для выполнения прогнозных расчетов по обоим видам уравнений являются величины трех рассматриваемых показателей за 2002–2013 гг. и значения  $t = 1, 2, \dots, 12$  (годы рассматриваемого временного интервала). Все остальные показатели табл. 1 являются расчетными.

Алгоритм расчетов включает:

- формулы логарифмирования, с помощью которых определяются величины «известных значений  $Y$ » и «известных значений  $X$ », необходимые для выполнения прогнозных расчетов по уравнениям степенного вида;

- формулы, встроенные в функцию «тенденция» и «рост», обеспечивающие выполнение прогнозных расчетов и вывод величин прогнозируемых показателей по уравнениям линейного и показательного видов, а также расчет и вывод логарифмических значений показателей на прогнозируемые годы по уравнениям степенного вида;

- формулы потенцирования для преобразования прогнозных значений логарифмов, рассчитанных по уравнениям степенного вида в прогнозные значения показателей.

Таблица 1

Исходные, промежуточные и прогнозные величины показателей производительности труда, средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда, рассчитанные по уравнениям временных рядов линейного и степенного видов с помощью функции «тенденция» из MS Excel по данным РД за 2002–2013 гг.

	При линейной зависимости				При степенной зависимости			
	Известные значения $Y$		Известные значения $X$		Известные значения $Y$		Известные значения $X$	
	Пт, тыс. руб.	Зп, руб.	Фв, тыс. руб.	$t$	lgПт	lgЗп	lgФв	lgt
2002	42,5	2415	253,8	1	1,6284	3,3829	2,4045	0,0000
2003	54,3	2470	292,1	2	1,7348	3,3927	2,4655	0,3010
2013	385,2	17135	894,6	12	2,5857	4,2339	2,9516	1,0792
Тенденция	Прогнозные значения $Y$			Новые значения $X$	Прогнозные значения $Y$ (в логарифмическом виде)			Новые значения $X$ ( $lgX$ )
2014	395,7	16003	903,8	13	2,5417	4,1250	2,8718	1,1139
2015	428,1	17292	964,9	14	2,5725	4,1520	2,8889	1,1461
2016	460,6	18581	1026,1	15	2,6013	4,1772	2,9048	1,1761
	Потенцирование							
Рост	Прогнозные значения $Y$				Прогнозные значения $Y$			Новые значения $X$
2014	554,4	20999	1013,8	13	348,1	13334	744,5	13
2015	680,1	25293	1144,0	14	373,7	14190	774,3	14
2016	834,4	30465	1291,0	15	399,3	15037	803,1	15

До ввода в ячейки предусмотренных алгоритмом формул табл. 1 представляет собой полупустую таблицу, которая содержит только исходные данные. После ввода в пустые ячейки расчетных формул в эти ячейки записываются величины всех рассчитываемых показателей (промежуточных и итоговых). Исходные и итоговые данные при этом являются аналитическими данными, позволяющими обосновать последующий выбор вариантов для реализации.

Методика выполнения прогнозных расчетов по уравнениям рядов динамики имеет свои отличия. Это видно из табл. 2, предназначенной для выполнения прогнозных расчетов по двухфакторным уравнениям рядов динамики линейного, показательного и степенного видов, выражающим зависимость производительности труда (известные значения  $Y$ ) от средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда (известные значения  $X1$  и  $X2$ ).

Исходными данными являются величины трех рассматриваемых показателей за 2002–2013 гг. («известные значения  $Y$ » – это величины производительности труда, а «известные значения  $X$ » – это величины средней месячной заработной платы ( $X1$ ) и фондовооруженности труда ( $X2$ )). «Новыми значениями  $X$ » в этом случае являются

величины средней месячной заработной платы ( $X1$ ) и фондовооруженности труда ( $X2$ ) на 2014–2016 гг. Это существенно отличает методику прогнозирования по уравнениям рядов динамики от методики прогнозирования по уравнениям временных рядов. Каким образом определяются в этом случае «новые значения  $X$ » (т.е. значения средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда на прогнозируемые 2014–2016 годы)? Один из возможных вариантов – использование «новых значений  $X$ » величины средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда, рассчитанные на прогнозируемый период по уравнениям временных рядов. В соответствии с табл. 3 прогнозные расчеты по этой таблице выполняются для одного зависимого показателя (производительности труда).

Чтобы выполнить аналогичные прогнозные расчеты для средней месячной заработной платы по ее зависимости от производительности труда и фондовооруженности труда достаточно создать в MS Excel копию табл. 3 и поменять местами столбцы для производительности труда и средней месячной заработной платы.

Алгоритм расчетов для табл. 3 во многом схож с алгоритмом табл. 2.

Таблица 2

Прогнозные величины показателя производительности труда, рассчитанные по двухфакторным уравнениям рядов динамики линейного и степенного видов, выражающим ее зависимость от средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда с помощью функции «тенденция» из MS Excel по данным РД за 2002–2013 гг.

	При линейной и показательной зависимостях			При степенной зависимости		
	Известные значения $Y$	Известные значения $X$		Известные значения $Y$	Известные значения $X$	
	Пт, тыс. руб.	Зп, руб.	Фв, тыс. руб.	lgПт	lgЗп	lgФв
2002	42,5	2415	253,8	1,6284	3,3829	2,4045
2003	54,3	2470	292,1	1,7348	3,3927	2,4655
2013	385,2	17135	894,6	2,5857	4,2339	2,9516
	При линейной зависимости			При степенной зависимости		
	Прогнозные значения $Y$	Новые значения $X$		Прогнозные значения $Y$ (в логарифм. виде)	Новые значения $X$ (lgX)	
2014	<b>391,5</b>	<b>16003</b>	<b>903,8</b>	2,6142	4,2042	2,9561
2015	<b>423,2</b>	<b>17292</b>	<b>964,9</b>	2,6508	4,2378	2,9845
2016	<b>455,1</b>	<b>18581</b>	<b>1026,1</b>	2,6846	4,2691	3,0112
	При показательной			Потенцирование		
	Прогнозные значения $Y$	Новые значения $X$		Прогнозные значения $Y$	Новые значения $X$	
2014	<b>446,9</b>	<b>513,3</b>	<b>476,5</b>	<b>411,4</b>	<b>16003</b>	<b>903,8</b>
2015	<b>514,2</b>	<b>618,8</b>	<b>560,3</b>	<b>447,5</b>	<b>17292</b>	<b>964,9</b>
2016	<b>590,1</b>	<b>745,8</b>	<b>658,2</b>	<b>483,8</b>	<b>18581</b>	<b>1026,1</b>

Примечание. Прогнозные величины заработной платы и фондовооруженности труда (новые значения  $X$ ) выделены жирным курсивом, а прогнозные значения производительности труда – жирным шрифтом.

Для сравнительного анализа прогнозных величин трех рассматриваемых нами показателей в соответствии с таблицами вида 1 и 2 целесообразно создание табл. 3, в которую включены величины этих показателей за 2002, 2013, средние арифметические за 2002–2013 гг. и варианты прогнозов на 2014–2016 гг.

Оценку целесообразно начать с прогнозных значений фондовооруженности труда, имеющей всего два их варианта, рассчитанных по уравнениям временных рядов линейного и степенного видов. Сравнение двух вариантов прогнозов фондовооруженности труда между собой и с фактическим ее значением за 2013 г. однозначно показывает предпочтительность и возможность практической реализации «линейного» варианта прогноза.

Сложнее обстоит дело с оценкой прогнозов для производительности труда и средней месячной заработной платы, поскольку для каждого из этих показателей рассчитано по одиннадцать вариантов: по два по уравнениям временных рядов и по три по уравнениям рядов динамики линейного, показательного и степенного видов.

Варианты прогнозов для производительности труда и средней месячной заработной платы, рассчитанные по уравнениям рядов динамики степенного вида, однозначно хуже и неприемлемы не только по сравнению с вариантами, полученными по уравнениям рядов динамики линейного вида, но и по сравнению с вариантами, рассчитанными по уравнениям временных рядов степенного вида.

Разница между вариантами прогнозов, рассчитанными по линейным уравнениям временных рядов и линейным уравнениям рядов динамики для производительности труда (для средней месячной заработной платы), настолько незначительна, что эти варианты можно считать приемлемыми почти в равной степени. Однако наиболее предпочтительным среди четырех вариантов для производительности труда является вариант, рассчитанный по уравнению временного ряда, а среди четырех вариантов для средней месячной заработной платы – вариант, рассчитанный по однофакторному уравнению рядов динамики, выражающей зависимость средней месячной заработной платы от фондовооруженности труда.

Таблица 3

Варианты прогнозов производительности труда, средней месячной зарплаты и фондовооруженности труда, рассчитанные по данным РД за 2002–2013 гг. по уравнениям временных рядов и рядов динамики линейного и степенного видов

	Пт, тыс. руб.	Зп, руб.	Фв, тыс. руб.	Пт, тыс. руб.	Зп, руб.	Фв, тыс. руб.
	Фактически					
2002	54,3	2415	292,1			
2013	385,2	17135	894,6			
Ср. знач. за 2002–2013	184,8	7624	506,3			
	По линейным уравнениям временных рядов			По степенным уравнениям временных рядов		
	Пт	Зп	Фв	Пт	Зп	Фв
2014	<b>395,1</b>	16003	<b>902,0</b>	339,7	13334	734,2
2015	<b>427,5</b>	17292	<b>962,9</b>	364,0	14190	762,7
2016	<b>459,9</b>	18581	<b>1023,8</b>	388,2	15037	790,3
	По линейным уравнениям рядов динамики			По степенным уравнениям рядов динамики		
	Пт от Зп	Пт от Фв	Пт от Зп и Фв	Пт от Зп	Пт от Фв	Пт от Зп и Фв
2014	390,6	389,2	390,9	325,1	302,5	312,7
2015	422,3	420,6	422,7	346,1	317,2	330,2
2016	453,9	452,1	454,4	366,9	331,5	347,3
	Зп от Пт	Зп от Фв	Зп от Пт и Фв	Зп от Пт	Зп от Фв	Зп от Пт и Фв
2014	15833	<b>16017</b>	15976	12351	13806	13246
2015	17096	<b>17310</b>	17262	12943	14776	14068
2016	18360	<b>18603</b>	18548	13515	15741	14880
	По линейным уравнениям рядов динамики (показ. – фактор по временному ряду показ. вида)			По линейным уравнениям рядов динамики (показ. – фактор по временному ряду показ. вида)		
	Пт от Зп	Пт от Фв	Пт от Зп и Фв	Зп от Пт	Зп от Фв	Зп от Пт и Фв
2014	513,3	446,9	476,5	22374	18152	15976
2015	618,8	514,2	560,3	27392	20854	17262
2016	745,8	590,1	658,2	33548	23903	18548

Для автоматизации всех вычислительных процедур, связанных с прогнозированием трех важных для любого экономического объекта показателей, нами разработана компьютерная модель, основными компонентами которой являются: база данных, ежегодно публикуемых Росстатом социально-экономических показателей регионов РФ, табли-

цы-шаблоны для формирования совокупности исходных данных, графики-шаблоны для оценки динамики изменения показателей, шаблоны всех рассмотренных в настоящей статье расчетно-аналитических таблиц, алгоритмы для выполнения расчетов и процедур обработки информации в каждой таблице и др. элементы.



**Список литературы**

1. Адамдзиев К.Р., Адамдзиева А.К., Ахмедов А.С. Обоснование прогнозов показателей развития АПК региона: методы, модели, информационное обеспечение // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 7).
2. Адамдзиев К.Р., Адамдзиева А.К. Компьютерное моделирование в экономике: учебное пособие. – Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2014. – 211 с.
3. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2012. – 320 с.
4. Дайитбегов Д.М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике. – М.: ИНФРА-М – Вузовский учебник, 2008. – XIV, 578 с. – (Научная книга)
5. Россия в цифрах, 2002–2013: Крат. Стат. Сб. / Росстат. – М., 2004–2014.
6. Френкель А.А. Прогнозирование производительности труда: методы и модели. – М.: Экономика, 1989. – 214 с.
7. Эконометрика: учебник для вузов / под ред. И.И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.

**References**

1. Adamdziev K.R., Adamdzieva A.K., Ahmedov A.S. Obosnovanie prognozov pokazatelej razvitiya APK regiona: metody, modeli, informacionnoe obespechenie // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12 (chast 7).

2. Adamdziev K.R., Adamdzieva A.K. Kompjuternoe modelirovanie v jekonomike: uchebnoe posobie. Mahachkala: Izdatelsko-poligraficheskij centr DGU, 2014. 211 p.

3. Afanasev V.N. Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie: uchebnik / V.N. Afanasev, M.M. Juzbashev. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Finansy i statistika; INFRA-M, 2012. 320 p.

4. Dajitbegov D.M. Kompjuternye tehnologii analiza dannyh v jekonometrike. M.: INFRA-M Vuzovskij uchebnik, 2008. XIV, 578 s. (Nauchnaja kniga).

5. Rossija v cifrah, 2002–2013: Krat. Stat. Sb. / Rosstat. M., 2004–2014.

6. Frenkel A.A. Prognozirovanie proizvoditelnosti truda: metody i modeli. M.: Jekonomika, 1989. 214 p.

7. Jekonometrika: uchebnik dlja vuzov / pod red. I.I. Eliseevoj. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Finansy i statistika, 2005. 576 p.

**Рецензенты:**

Алиев М.А., д.э.н., профессор кафедры экономической теории, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала;

Кутаев Ш.К., д.э.н., зав. отделом воспроизводства населения и трудовых ресурсов, Институт социально-экономических исследований Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала.