УДК 338.43:311.172

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ В ДИНАМИКЕ ЗАТРАТ В АПК
РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ПРОГНОЗОВ****Ахмедов А.С.***ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: ahmedovsa@mail.ru*

Целью исследования является построение уравнений временных рядов для оценки тенденций в динамике показателей затрат в сельском хозяйстве региона и разработка прогнозов с помощью этих уравнений. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: собраны данные показателей затрат в сельском хозяйстве Республики Дагестан за 2010–2016 гг. и сформировано исходное информационное обеспечение; построены уравнения временных рядов пяти видов для выявления и описания характера тенденций и проведена оценка их приемлемости; рассчитаны варианты прогнозов показателей затрат в сельском хозяйстве и проведен их сравнительный анализ; создан комплекс аналитических таблиц и сформулированы выводы и предложения. Графическим методом и методами математического и компьютерного моделирования показано, что временные ряды предположительно имеют тенденции. Наличие тенденций проверено по четырем наиболее значимым, с нашей точки зрения, статистическим характеристикам: индексам детерминации (R), стандартным ошибкам для зависимых показателей (sey), критериям Фишера (F-критерий) и средним ошибкам аппроксимации (A, измеримой в процентах) для трех видов уравнений (линейного, показательного и степенного). Разработана и апробирована методика прогнозирования, основывающаяся на применении уравнений временных рядов и включающая два способа выполнения расчетов на ПЭВМ в MS Excel. По исходным данным за семь лет (2010–2016 гг.) рассчитан ряд вариантов прогнозов на 2–4 года. Обоснованы реальность и более высокая приемлемость прогнозов по уравнениям линейного и параболического видов, а также необходимость обеспечения опережающего роста объемов производства продукции по сравнению с объемами затрат. Обоснованы целесообразность и приемлемость построения и применения различных видов уравнений (в нашем случае четырех из пяти) для описания одной и той же тенденции, что позволяет разрабатывать два, три и более варианта прогнозов, на основе которых можно рассчитать более обоснованные варианты для реализации.

Ключевые слова: сельское хозяйство, растениеводство, животноводство, производственные затраты, материальные затраты, затраты на оплату труда, экономический показатель, тенденция, временной ряд, уравнение, параметры, статистические характеристики, прогноз

**MODELING TRENDS IN THE DYNAMICS OF COSTS IN THE AGRO-INDUSTRIAL
COMPLEX OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN AND THE JUSTIFICATION
OF THEIR FORECASTS****Akhmedov A.S.***State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Dagestan State University»,
Makhachkala, e-mail: ahmedovsa@mail.ru*

The aim of the study is to build time series equations for estimating trends in the dynamics of cost indicators in the agriculture of the region and to develop forecasts using these equations. To achieve this goal, the following tasks have been solved: data on cost indicators in agriculture of the Republic Dagestan for 2010–2016 have been collected; initial information support has been formed; time series equations of five types constructed to identify and describe the nature of trends; their acceptability assessed; variants of forecasts of cost indicators in agriculture have been calculated and their comparative analysis carried out; a set of analytical tables has been created and conclusions and proposals formulated. Graphical method and methods of mathematical and computer modeling showed that time series supposedly have trends. The presence of trends is verified by four most significant, from our point of view, statistical characteristics: determination indices (R), standard errors for dependent indicators (sey), Fisher criterion (F-criterion) and average approximation errors (A, measured in percentage) for three types of equations (linear, exponential and power). A forecasting method has been developed and tested, based on the use of time series equations including two methods for performing calculations on PCs in MS Excel. According to the initial data for seven years (2010–2016), a number of forecast variants for 2–4 years have been calculated. The reality and higher acceptability of predictions on the equations of linear and parabolic types, as well as the necessity to ensure faster growth in production volumes compared to the costs, have been substantiated. The expediency and acceptability of the construction and application of various types of equations (in our case four out of five) to describe the same tendency makes it possible to develop two, three or more versions of forecasts, on the basis of which more reasonable options for implementation can be calculated.

Keywords: agriculture, plant growing, animal husbandry, production costs, material costs, labor costs, economic indicator, trend, time series, equation, parameters, statistical characteristics, forecast

Одной из целей Программы «Цифровая экономика Российской Федерации», принятой в 2017 г. и рассчитанной на семь лет (2018–2024 гг.), является перевод на компьютерную основу всей информационной работы, прямо или косвенно связанной

с подготовкой, принятием и реализацией управленческих решений во всех сферах и звеньях народного хозяйства [1; 2]. Для достижения этой цели должно быть решено множество задач, среди которых особо важную роль играют задачи по выявлению,

описанию и анализу связей, зависимостей и тенденций в экономике.

Экономика Республики Дагестан имеет сельскохозяйственную направленность. Взаимосвязи, зависимости, тенденции в сельском хозяйстве более сложны и трудновывяемы, чем в других отраслях экономики. Это подтверждает и настоящее исследование, целью которого является выявление тенденций в динамике показателей затрат в сельском хозяйстве региона и разработка вариантов их прогнозов. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: собраны данные показателей затрат в сельском хозяйстве Республики Дагестан за 2010–2016 гг. и сформировано исходное информационное обеспечение; построены модели, выражающие тенденции и их характер; рассчитаны варианты прогнозов показателей затрат в сельском хозяйстве; создан комплекс аналитических таблиц и сформулированы выводы.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных материалов для исследования выбран ряд взаимосвязанных показателей затрат в сельском хозяйстве Республики Дагестан за семь лет (2010–2016 гг.). При выявлении тенденций в динамике взаимосвязей показателей затрат и разработке прогнозов применен системный подход, предполагающий использование взаимно дополняющих методов и модельно-компьютерных инструментариев.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из инструментов выявления и оценки тенденций в динамике экономических показателей являются уравнения временных рядов. По совокупности данных отдельного экономического показателя можно построить уравнение регрессии, называемое уравнением временного ряда, имеющее вид $Y_t = f(t)$, где Y_t – величины экономического показателя в t -м временном периоде [3].

В настоящем исследовании нами построены уравнения временных рядов для показателей сельского хозяйства в целом, а также растениеводства и животноводства. В качестве исходных данных использованы величины затрат в аграрном секторе экономики Республики Дагестан за 2010–2016 гг.

Проведенный нами графический анализ показал, что временные ряды предположительно имеют тенденции. Но определить однозначно их виды графическим методом практически невозможно. В таких случаях проф. К.Р. Адамадиев рекомендует строить и анализировать несколько видов уравнений [4]. Нами построены пять видов уравнений (линейного, показательного, степенного, параболического и гиперболического видов) для каждого из показателей. Наличие тенденций проверено по наиболее значимым из статистических характеристик: индексам детерминации (R), стандартным ошибкам для зависимых показателей (sey) и средним ошибкам аппроксимации (A , измеримой в процентах) для трех видов уравнений (линейного, показательного и степенного).

Согласно величинам R полностью неприемлемыми оказались три уравнения, выражающие тенденции изменения затрат на оплату труда в растениеводстве ($R = 0$); еще три уравнения, выражающие тенденции в динамике затрат на оплату труда в сельском хозяйстве в целом, можно считать удовлетворительно приемлемыми ($0,21 < R < 0,54$); остальные из построенных уравнений временных рядов имеют высокую степень приемлемости (практически во всех случаях $R > 0,90$). По величине средней ошибки аппроксимации (A , %) все уравнения регрессии оказались приемлемыми (если величина $A < 10\%$, то соответствующее уравнение считается «хорошим» по приемлемости).

После оценки приемлемости уравнений, выражающих тенденции, следует рассчитывать и анализировать их параметры и другие показатели. Величины параметров (b , m) построенных нами уравнений временных рядов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величины параметров уравнений временных рядов

		Y от t	MZ от t	ZP от t	Y от t	MZ от t	ZP от t	Y от t	MZ от t	ZP от t
		Сельское хозяйство в целом			Растениеводство			Животноводство		
линейн.	b	1269934	479649	597271	894587	276460	408923	430675	249707	162944
	m	984191	717749	31996	398111	300247	–937	484713	365134	28323
показ.	b	2128281	1131794	609026	1203828	543857	405380	842169	546280	179326
	m	1,2256	1,2752	1,0428	1,1819	1,2523	0,9984	1,2620	1,2896	1,1078
степ.	b	2226960	1169325	637784	1265833	567462	422243	864706	552159	186042
	m	0,6310	0,7716	0,0998	0,5075	0,7040	–0,0386	0,7426	0,8266	0,3060

Особого внимания заслуживают уравнения линейного и степенного видов, параметры (m) при показателе-факторе (t) которых имеют экономический смысл:

а) в линейных уравнениях они равны предельным эффектам, определяемым по формулам производных dY/dt и показывающим абсолютный рост зависимого показателя за 1 год;

б) в степенных уравнениях они равны коэффициентам эластичности, рассчитываемым по формулам $E_{yt} = \frac{dY}{dt} * \frac{t}{Y_t}$ и показывающим

рост зависимого показателя в процентах при увеличении фактора-времени на условный процент.

В уравнениях линейного вида предельные эффекты равны параметрам при показателе-факторе t , т.е. $dY/dt = m$, а в уравнениях степенного вида – коэффициенту эластичности $E_{yt} = m$.

Суммарные затраты в сельском хозяйстве можно представить в виде суммы трех составляющих $Y_t = MZ_t + ZP_t + PZ_t$, где MZ_t , ZP_t , PZ_t – материальные затраты, затраты на оплату труда и прочие затраты. Иными словами по линейным уравнениям временных рядов Y_t , MZ_t , ZP_t можно строить линейные уравнения для прочих материальных затрат (PZ_t): $PZ_t = Y_t - MZ_t - ZP_t$. Подставляя вместе Y_t , MZ_t , ZP_t правые части построенных для них уравнений линейных видов, получим: $PZ_t = (b - b_1 - b_2) + (m - m_1 - m_2) * t$.

В соответствии с величинами параметров (b , m) из табл. 1 формулы уравнений временных рядов линейного вида для прочих затрат будут иметь следующую математическую запись:

а) для сельского хозяйства в целом

$$PZ_t = 193014 + 234446 * t;$$

б) для растениеводства

$$PZR_t = 209204 + 108801 * t;$$

в) для животноводства

$$PZJ_t = 18024 + 91256 * t.$$

С другой стороны, правомерно строить уравнения временных рядов для трех рассматриваемых видов затрат (по сельскому хозяйству в целом, материальных затрат, затрат на оплату труда) как сумму уравнений для растениеводства и животноводства:

а) все затраты

$$Y_t = YR_t + YJ_t;$$

б) материальные затраты

$$MZ_t = MZR_t + MJZ_t;$$

в) затраты на оплату труда

$$ZP_t = ZPR_t + ZPJ_t;$$

В соответствии с величинами параметров (b , m) из табл. 1 нами построены следующие уравнения временных рядов:

а) для всех затрат в сельском хозяйстве

$$Y_t = 1325262 + 882822 * t;$$

б) для материальных затрат

$$MZ_t = 526167 + 665381 * t;$$

в) для затрат на оплату труда

$$ZP_t = 571867 + 27386 * t;$$

г) для прочих затрат

$$PZ_t = 227228 + 190055 * t.$$

Построенные уравнения можно рассматривать как системы взаимно независимых уравнений временных рядов.

По уравнениям временных рядов степенного вида можно определить величины материальных затрат и затрат на оплату труда, приходящихся на 1 тыс. руб. всех затрат в виде уравнений временных рядов (ME_t , ZPE_t):

$$ME_t = \frac{MZ_t}{Y_t} = \frac{b_1}{b} * t^{m_1 - m};$$

$$ZPE_t = \frac{ZP_t}{Y_t} = \frac{b_2}{b} * t^{m_2 - m}.$$

Для сельского хозяйства в целом

$$ME_t = \frac{1169325}{2226960} * t^{0,7716 - 0,6310} = 0,5251 * t^{0,1406};$$

$$ZPE_t = \frac{637784}{2226960} * t^{0,0988 - 0,6310} = 0,2864 * t^{-0,5312}.$$

Такие же уравнения, построенные нами для растениеводства и животноводства, имеют вид:

а) для растениеводства

$$ME_t = 0,4483 * t^{0,1965}; ZP_t = 0,3336 * t^{-0,5461};$$

б) для животноводства

$$ME_t = 0,6386 * t^{0,0840}; ZP_t = 0,2152 * t^{-0,4366}.$$

Одной из главных целей выявления и математического описания тенденций в динамике экономических показателей является их использование для прогнозирования. Методику применения уравнений временных рядов для прогнозирования покажем на примере уравнений линейного и степенного видов.

До появления и широкого применения компьютерных технологий методика разработки прогнозов сводилась к их разработке на основе темповых и структурных показателей, определяемых на ос-

нове фактических данных за пять и более предыдущих временных периодов, с помощью которых оценивались тенденции в динамике того или иного экономического показателя. В настоящее время расчеты прогнозов, как правило, производятся на ЭВМ методами математического моделирования и компьютерных технологий. В частности, прогнозные расчеты можно выполнять на ПЭВМ в MS Excel двумя способами [4]:

а) по просмотренным уравнениям временных рядов, выражающим тенденции;

б) с помощью встроенных статистических функций в MS Excel, при использовании которых все прогнозные расчеты автоматически выполняются без непосредственного построения самих уравнений.

Второй способ является, с нашей точки зрения, более эффективным; при этом способе создается таблица, которая содержит две группы данных:

а) исходные или заданные данные, к которым относятся величины трех экономических показателей (Y_t , MZ_t , ZP_t) за 2010–2016 гг. и величины показателя-фактора (t) за анализируемый период и прогнозные временные периоды ($t = 1, 2, \dots, 7$; $t = 8, 9, 10$);

б) величины каждого из трех показателей за годы прогнозного периода, рассчитанные с помощью уравнений временных рядов.

Поскольку виды уравнений временных рядов, с помощью которых следует проводить прогнозные расчеты, заранее не известны, то целесообразно рассчитывать по два-три и более вариантов прогнозов, предполагая, что вид уравнения может оказаться линейным, показательным, степенным и т.д., используя системный подход [3; 5].

В MS Excel имеются три встроенные функции для автоматизированного выполнения прогнозных расчетов: «предсказ», «тенденция» и «рост». Первая и вторая функции предназначены для прогнозирования с помощью линейных уравнений, третья – с помощью уравнений показательного вида. С помощью «предсказ» («тенденция»)

можно рассчитывать прогнозы не только для линейных, но и для ряда нелинейных уравнений, которые могут быть преобразованы в линейный вид. Например, уравнение степенного вида $Y_t = b \cdot t^m$ можно преобразовать в линейный вид, прологарифмировав обе его части.

В этом случае создаются столбцы $\lg Y_t$ и $\lg t$ по заданным исходным данным, по которым рассчитываются прогнозные значения: сначала выраженные в логарифмическом виде, а затем их абсолютные величины в тыс. руб.

С помощью функции «тенденция = предсказ» можно проводить прогнозные расчеты и по уравнениям гиперболического и параболического видов.

По фактическим исходным данным за семь лет (2010–2016 гг.) можно, по нашему мнению, рассчитать прогнозы на 2–4 года. В табл. 2 приведены варианты прогнозов значений всех затрат в сельском хозяйстве РД на три года (2017–2019 гг.).

Прогнозные значения затрат нами рассчитаны и по уравнению гиперболического вида, которые подтверждают наше предположение об их неприемлемости и нежелательности. Целесообразно и следует провести сравнительную оценку на реальность, желательность и приемлемость всех рассчитанных вариантов прогнозов. Самым желательным по экономической логике при прочих равных условиях является вариант с наименьшими затратами. Таковым в нашем случае является вариант прогноза, рассчитанный по уравнению степенного вида.

Однако следует иметь в виду, что рост затрат в экономике всегда связан с необходимостью увеличения объемов производства продукции. Поэтому реальными, желательными и более приемлемыми являются прогнозы по уравнениям линейного и параболического видов. При этом обязательным условием должно быть обеспечение опережающего роста объемов производства продукции по сравнению с объемами затрат.

Таблица 2

Величины производственных затрат в сельском хозяйстве РД фактически по данным за 2016 г. и по вариантам прогнозов, рассчитанным по пяти уравнениям временного ряда на 2017–2019 гг., тыс. руб.

2016 (факт)	8203048				
	линейн.	степен.	показат.	параб.	гиперб.
2017	9143463	8271866	10837761	9369625	6620678
2018	10127654	8910110	13283221	10523437	6700703
2019	11111845	9522657	16280481	11714942	6764722

Нежелательным и абсолютно неприемлемым является вариант прогноза, рассчитанный по уравнениям показательного вида, в соответствии с которым объем затрат в сельское хозяйство в 2019 г., т.е. за три года, должен почти удвоиться (прирост на 98,5 %).

Можно рассчитать варианты прогнозов и другими методами. Например, на основе двух-трех построенных уравнений путем их сложения и деления на два и три соответственно:

а) линейного и степенного уравнений $Y_t = b_1 + m_1 * t$; $Y_t = b_2 * t^{m_2}$; после сложения обеих частей этих уравнений и деления на два получим

$$Y_t = b_1 / 2 + m_1 / 2 * t + b_2 / 2 * t^{m_2};$$

б) линейного и параболического уравнения $Y_t = b_1 + m_1 t$; $Y_t = b_2 + m_2 t + m_3 * t^2$; после сложения и деления на два получим

$$Y_t = (b_1 + b_2) / 2 + (m_1 + m_2) / 2 + m_3 / 2 * t^2.$$

Выводы

Проведенное исследование позволяет сформулировать ряд выводов: представляющих научно-практический интерес:

– сельское хозяйство – отрасль экономики РД, которой следует уделять повышенное внимание в силу двух причин: во-первых, она является трудоемкой отраслью; во-вторых, имеет высокую зависимость от природно-климатических условий. Исследования, посвященные изучению и анализу экономики сельского хозяйства как сложной системы, требуют применения арсенала различных методов (как традиционных, так

и новых методов математического и компьютерного моделирования);

– в числе важных и первоочередных задач для сельского хозяйства Республики Дагестан является, с нашей точки зрения, выявление и оценка динамических тенденций в изменении экономических показателей и разработка прогнозов. Проведенное нами исследование, разработанные нами методы и модели, методика могут быть применены для решения аналогичных задач не только на уровне регионов, но и на уровне сельхозпредприятий и административных районов;

– приемлемость различных уравнений (в нашем случае четырех из пяти) для описания одной и той же тенденции позволяет разрабатывать два, три и более варианта прогнозов, на основе которых можно рассчитывать более обоснованные варианты для реализации.

Список литературы

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events> (дата обращения: 27.10.2018).
2. Стельмах С. Что нужно понять, прежде чем приступить к цифровой трансформации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itweek.ru/management/article/detail.php?ID=199428> (дата обращения: 27.10.2018).
3. Эконометрика: учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2005. 576 с.
4. Адамдзиев К.Р., Касимова Т.М. Методы прогнозирования развития сельского хозяйства // Фундаментальные исследования. 2014. № 5–1. С. 122–126.
5. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: учеб. пособие / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. 848 с.