

УДК 338. 436

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ВИНОГРАДА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ РЯДОВ ДИНАМИКИ

Касимова Т.М., Гаджикурбанов З.Н.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: taisa.kasimova@mail.ru

Ведущей отраслью аграрного сектора экономики Республики Дагестан является виноградарство, республика входит в число основных производителей винограда и продуктов его переработки в Российской Федерации. Целью настоящего исследования является разработка эконометрических моделей для анализа и прогнозирования основных производственно-экономических показателей предприятий сельского хозяйства Республики Дагестан. Для этого выбраны крупные сельскохозяйственные предприятия Республики Дагестан по производству винограда: ГУП «Каспий», ГУП «Кировский», ГУП «Каякентский». Построены модели рядов динамики, позволяющие учитывать в прогнозных расчетах влияние различных факторов. В качестве показателей-факторов выступают затраты на производство в растениеводстве, затраты на уход за молодыми виноградниками, урожайность винограда. Определены прогнозные значения выручки от реализации продукции сельскохозяйственных предприятий республики до 2018 г. Рассчитаны основные статистические характеристики, которые позволили оценить качество построенных моделей прогноза.

**Ключевые слова:** прогноз, модели рядов динамики, анализ временных рядов, индекс детерминации, стандартная ошибка аппроксимации, F-критерий Фишера, Республика Дагестан, виноградарство

## PREDICTING PERFORMANCE OF PRODUCTION OF GRAPES WITH THE HELP OF MODELS OF TIME SERIES

Kasimova T.M., Gadzhikurbanov Z.N.

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

The leading industry of agrarian sector of economy of the Dagestan Republic is wine growing, the republic is among prime manufacturers of grapes and products of its conversion in the Russian Federation. The purpose of this research is development of econometric models for the analysis and forecasting of the main productive and economic indicators of the entities of agricultural industry of the Dagestan Republic. Large agricultural enterprises of the Republic of Dagestan on production of grapes are for this purpose chosen: «Caspian», «Kirovski», «Kayakentsky». The models of ranks of dynamics allowing to consider influence of various factors in forecast calculations are constructed. Production costs in crop production, costs for care of young vineyards, productivity of grapes act as indicators factors. Forecast values of proceeds from sales of products of the republic agricultural enterprises till 2018 are determined. The main statistical characteristics which allowed to estimate quality of the constructed forecast models are calculated.

**Keywords:** forecast, models of ranks of dynamics, analysis of temporary ranks, determination index, standard error of approximation, Fischer's F-criterion, Dagestan Republic, wine growing

Сегодня Республику Дагестан трудно представить без виноградарства и виноделия и они по праву считаются ведущими отраслями сельского хозяйства. На этот регион приходится 40% виноградных насаждений, производится более 65% столового винограда страны, по рейтинговой оценке это второе место после Краснодарского края. Условия республики позволяют сформировать непрерывный «конвейер» производства винограда столовых и технических сортов разных сроков созревания, это способствует развитию инфраструктуры сбыта продукции.

Общая площадь виноградников в России в 2016 г. составила более 85 тыс. гектаров. Из них на Дагестан приходится 21 тыс. гектаров. С 2013 г. в рамках приоритетного проекта развития РД «Эффективный АПК» поставлена задача ежегодно увеличивать площади виноградников на 2 тыс. га.

В 2016 г. план по закладке новых кустов солнечной ягоды установлен в объеме 2 070 га. Для обеспечения виноградарей собственным виноградным посадочным материалом в республике выращены около 2 млн штук сертифицированных саженцев требуемого сортового состава.

В настоящее время выращиванием винограда в РД занимаются более 97 хозяйств всех категорий, в том числе 47 специализированных, из них 17 имеют заводы первичного виноделия, 20 предприятий осуществляют розлив винодельческой продукции.

Целью настоящего исследования является разработка эконометрических моделей для анализа и прогнозирования основных производственно-экономических показателей предприятий сельского хозяйства Республики Дагестан.

Эконометрический анализ по группам сельскохозяйственных предприятий по-

зволяет дать полную и всестороннюю характеристику состояния сельского хозяйства региона, установить закономерности его развития, что создает научную основу для планирования и прогнозирования экономических процессов [1].

Исследование проведено на основе корреляционно-регрессионного анализа в сочетании с трендовым моделированием. При этом в процессе прогнозирования отбирают наиболее значимые факторы, определяют степень их участия в формировании резуль- тативного показателя.

Для этого выбраны крупные сельско- хозяйственные предприятия Республики Дагестан по производству винограда: ГУП «Каспий», ГУП «Кировский», ГУП «Кая- кентский».

Основные производственно-экономиче- ские показатели сельскохозяйственных предприятий Республики Дагестан пред- ставлены в табл. 1.

Ряды динамики – это последователь- ность упорядоченных во времени чис- ловых показателей, характеризующих уровень развития изучаемого явления. От- дельные наблюдения, из которых состо- ят ряды динамики, называются уровнями этого ряда и обозначаются  $Y_t$ , где  $t = 1, \bar{N}$ . Таким образом, обязательные элементы ряда динамики – это показатели времени  $t$  и уровни ряда  $y$  [1, 3, 4].

По данным табл. 1 построены модели рядов динамики. Для ГУП «Каспий» мо- дель имеет следующий вид:

$$Y_t = 9096,96 - 0,43x_1^t + 0,97x_2^t + 669,16x_3^t, \quad (R^2 = 0,99), \quad (1)$$

где  $Y_t$  – это выручка от реализации винограда,  $x_1^t$  – затраты на производство в растениевод-

стве,  $x_2^t$  – затраты на уход за молодыми вино- градниками,  $x_3^t$  – урожайность винограда.

$R^2$  – индекс детерминации. Индекс де- терминации – это квадрат индекса корреляции. Этим значением характеризуют, на какое количество процентов моделью ре- грессии объясняются варианты показателей резуль- тативной переменной по отношению к своему среднему уровню.

Для ГУП «Кировский» модель име- ет вид

$$Y_t = 35652,7 - 1,38x_1^t - 0,25x_2^t + 816,95x_3^t, \quad (R^2 = 0,91). \quad (2)$$

Для ГУП «Каякентский» модель име- ет вид:

$$Y_t = 16774,8 - 0,29x_1^t - 3,11x_2^t + 847,15x_3^t, \quad (R^2 = 0,86). \quad (3)$$

Для того чтобы рассчитать прогнозы выручки от реализации винограда по мо- дели рядов динамики, необходимо опре- делить прогнозные значения показате- лей-факторов модели. Они рассчитаны по следующим моделям:

$$x_1 = -4245409 + 2140,7t,$$

$$x_2 = 97486 - 46,9t,$$

$$x_3 = -2466 + 1,27t.$$

Прогнозные значения затрат на произ- водство в растениеводстве, затрат на уход за молодыми виноградниками, урожайно- сти винограда предприятий Республики Да- гестан, рассчитанные по линейному тренду, представлены в табл. 2.

**Таблица 1**  
Основные производственно-экономические показатели сельскохозяйственных предприятий Республики Дагестан за 2010–2015 гг.

	Выручка от реализа- ции винограда, тыс. руб.			Затраты на производ- ство в растениевод- стве, тыс. руб.			Затраты на уход за молодыми виноград- никами, тыс. руб.			Урожайность винограда, ц/га		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2010	61112	58809	26689	55292	59438	44514	3340	5455	4826	107,8	142,2	42,2
2011	58837	69094	31745	65942	62146	38849	2055	4100	3935	112,3	146,4	43,6
2012	20962	10729	15384	54680	26422	31265	4496	3806	3630	45,9	21,1	24,2
2013	55437	57532	39094	67888	56364	57603	2900	3186	2581	112,1	119,3	58,8
2014	51343	51480	30324	65023	50221	44502	2683	6550	4012	102,3	102,5	51,6
2015	59010	56710	44272	68187	43653	48966	2954	5002	2902	109,5	91,7	53,3

Примечание. 1 – ГУП «Каспий», 2 – ГУП «Кировский», 3 – ГУП «Каякентский».

Прогнозные значения выручки от реализации винограда, полученные по моделям (1)–(3), представлены в первой строке табл. 3.

Сильные заморозки 2012 г. оказали негативное воздействие на деятельность сельскохозяйственных предприятий РД. По этой причине в этом году имела место значительная деградация рассматриваемых показателей, по сравнению с остальными уровнями временного ряда. Известно, что любая изучаемая совокупность может содержать единицы наблюдения, значения признаков которых резко выделяются из основной массы значений. Такие нетипичные значения признаков (выбросы) нарушают статистическую закономерность изучаемого явления [2, 4, 5]. Следовательно, аномаль-

ные наблюдения могут не только исказить значения обобщающих показателей (средней, дисперсии, среднего квадратического отклонения и др.), но и привести к серьезным ошибкам в прогнозах, полученных по построенным моделям. В связи с этим обозначилась необходимость построения моделей рядов динамики по данным, не содержащим аномальные значения. Прогнозы по ним представлены во второй строке табл. 3.

Сравним основные статистические характеристики полученных моделей на примере ГУП «Каспий». Выручка от реализации винограда фактическая (2010–2015 гг.) и прогнозные значения на 2016–2018 гг. ГУП «Каспий» по различным моделям графически представлены на рисунке.

Таблица 2

Прогнозные значения затрат на производство в растениеводстве, затрат на уход за молодыми виноградниками, урожайности винограда предприятий Республики Дагестан, рассчитанные по данным за 2010–2015 гг.

ГУП	$x_1$			$x_2$			$x_3$		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Каспий	70327,9	72468,7	74609,4	2907,1	2860,2	2813,3	102,8	104	105,3
Кировский	41231,5	38809,9	36388,2	5129,7	5257,2	5384,8	75,3	67,1	58,9
Каякентский	50838,9	52711,9	54585	2603,9	2305,6	2007,4	57	60,3	63,5

Таблица 3

Прогнозные значения выручки от реализации винограда предприятий Республики Дагестан, полученные по моделям рядов динамики, тыс. руб.

	ГУП «Каспий»			ГУП «Кировский»			ГУП «Каякентский»		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
С учетом 2012 г.	50753	50649	50545	38945	35579	32213	42271	45420	48568
Без 2012 г.	53053	51848	50644	50601	47893	45185	42123	44690	47256



Выручка от реализации винограда фактическая (2010–2015 гг.) и прогнозные значения на 2016–2018 гг. ГУП «Каспий» по различным моделям

Как видно на графике, прогноз выручки от реализации винограда в 2018 г. совпадает по обоим моделям.

Модель рядов динамики по данным ГУП «Каспий» за исключением 2012 г. имеет следующий вид:

$$Y_t = 3385,12 - 0,43x_1^t + 0,94x_2^t + 722,97x_3^t, \quad (R^2 = 0,73), \quad (4)$$

где  $Y_t$  – это выручка от реализации винограда,  $x_1^t$  – затраты на производство в растениеводстве,  $x_2^t$  – затраты на уход за молодыми виноградниками,  $x_3^t$  – урожайность винограда.

В первом варианте (модель (1)) 99% вариации результативного показателя обусловлена вариацией выбранных показателей-факторов, во втором (модель (4)) – 73%.

Оценку качества построенной модели дает средняя ошибка аппроксимации. Она рассчитывается по формуле

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}}{y} \right| * 100\%,$$

где  $y$ ,  $\hat{y}$  – фактические и расчетные (полученные по модели) значения результативного показателя;  $n$  – число единиц совокупности.

Средняя ошибка аппроксимации – среднее отклонение расчетных значений от фактических – в первом варианте равна 2%, а во втором – 3%. Допустимый предел значений составляет не более 8–10%.

Статистическую значимость моделей определим на основе F-критерия Фишера. F-тест – оценивание качества уравнения регрессии – состоит в проверке гипотезы  $H_0$  статистической незначимости уравнения регрессии и показателя тесноты связи. Для этого выполняется сравнение фактического  $F_{\text{факт}}$  и критического (табличного)  $F_{\text{табл}}$  значений F-критерия Фишера.  $F_{\text{факт}}$  определяется из соотношения значений факторной и остаточной дисперсий, рассчитанных на одну степень свободы:

$$F_{\text{факт}} = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2 / m}{\sum (y - \hat{y})^2 / (n - m - 1)},$$

где  $y$ ,  $\bar{y}$ ,  $\hat{y}$  – фактические, среднее и расчетные (полученные по модели) значения результативного показателя;  $n$  – число единиц совокупности;  $m$  – число параметров при переменных  $x$ .

$F_{\text{табл}}$  – это максимально возможное значение критерия под влиянием случайных факторов при данных степенях свободы и уровне значимости  $\alpha$ . Уровень значимости  $\alpha$  – вероятность отвергнуть правильную гипотезу при условии, что она верна. Обычно  $\alpha$  принимается равной 0,05 или 0,01.

Если  $F_{\text{табл}} < F_{\text{факт}}$ , то  $H_0$  – гипотеза о случайной природе оцениваемых характеристик отклоняется и признается их статистическая значимость и надежность. Если  $F_{\text{табл}} > F_{\text{факт}}$ , то гипотеза  $H_0$  не отклоняется и признается статистическая незначимость, ненадежность уравнения регрессии [1, 5].

Для модели (1) фактическое значение критерия Фишера составило 0,9, что меньше табличного значения при  $\alpha = 0,05$ . Для модели (4) фактическое значение критерия Фишера составило 46,4, что превышает табличное значение при  $\alpha = 0,05$ . Во втором случае можно говорить о статистической значимости модели рядов динамики, а следовательно, надежности полученных по ней прогнозных значений.

Проверка адекватности выбранных моделей реальному процессу (в частности, адекватности полученной кривой роста) строится на анализе остаточной компоненты.

Если вид функции выбран неудачно, то последовательные значения ряда остатков могут не обладать свойствами независимости, т.к. они могут коррелировать между собой. В этом случае говорят, что имеет место автокорреляция остатков.

Существует несколько приемов обнаружения автокорреляции. Наиболее распространенным является подход, опирающийся на критерий Дарбина – Уотсона. Тест Дарбина – Уотсона связан с проверкой гипотезы об отсутствии автокорреляции первого порядка, т.е. автокорреляции между соседними остаточными членами ряда. При этом критическая статистика определяется по формуле

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}.$$

Можно показать, что величина  $d$  приближенно равна

$$d \approx 2(1 - r_1),$$

где  $r_1$  – коэффициент автокорреляции первого порядка (т.е. парный коэффициент корреляции между двумя последовательностями остатков  $e_1, e_2, \dots, e_{n-1}$  и  $e_2, e_3, \dots, e_n$ ).

Близость значения статистики  $d$  к нулю означает наличие высокой положительной автокорреляции (коэффициент  $r_1$  близок к единице); близость значения статистики  $d$  к четырем означает наличие высокой отрицательной автокорреляции (коэффициент  $r_1$  близок к минус единице). Естественно, в случае отсутствия автокорреляции значение статистики  $d$  будет близким к двум (коэффициент  $r_1$  не сильно отличается от нуля).

Применение на практике критерия Дарбина – Уотсона основано на сравнении рас-

четного значения статистики  $d$  с пороговыми, граничными значениями  $d_1$  и  $d_2$ .

Граничные значения  $d_1$  и  $d_2$ , зависящие от числа наблюдений  $n$ , количества объясняющих переменных в модели, уровня значимости  $\alpha$ , находятся по таблицам (авторами критерия составлены таблицы для  $\alpha = 0,05$ ,  $\alpha = 0,025$  и  $\alpha = 0,01$ ).

Алгоритм выявления автокорреляции остатков на основе критерия Дарбина – Уотсона следующий.

Выдвигается гипотеза  $H_0$  об отсутствии автокорреляции остатков. Пусть альтернативная гипотеза состоит в наличии в остатках положительной автокорреляции первого порядка.

Тогда при сравнении расчетного значения статистики  $d$  с  $d_1$  и  $d_2$  возможны следующие варианты.

1. Если  $d < d_1$ , то гипотеза  $H_0$  об отсутствии автокорреляции отвергается (с вероятностью ошибки, равной  $\alpha$ ) в пользу гипотезы о положительной автокорреляции.

2. Если  $d > d_2$ , то гипотеза  $H_0$  не отвергается.

3. Если  $d_1 \leq d \leq d_2$ , то нельзя сделать определенный вывод по имеющимся исходным данным (значение  $d$  попало в область неопределенности).

Если альтернативной является гипотеза о наличии в остатках отрицательной автокорреляции первого порядка, то с пороговыми, граничными значениями  $d_1$  и  $d_2$  сравнивается величина  $4 - d$  (при  $d > 2$ ).

При этом возможны следующие варианты.

1. Если  $4 - d > d_1$ , то гипотеза  $H_0$  об отсутствии автокорреляции отвергается (с вероятностью ошибки, равной  $\alpha$ ) в пользу гипотезы об отрицательной автокорреляции.

2. Если  $4 - d > d_2$ , то гипотеза  $H_0$  не отвергается.

3. Если  $d_1 \leq 4 - d \leq d_2$ , то нельзя сделать определенный вывод по имеющимся исходным данным [4].

Для модели рядов динамики, построенной по данным ГУП «Каспий» без учета данных за 2012 г. (модель (4)), расчетное значение критерия Дарбина – Уотсона равно 2,16. Границы интервала ( $d_1$  и  $d_2$ ) критических значений критерия Дарбина – Уотсона при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  равны 0,37 и 2,29 соответственно. Тогда гипотеза  $H_0$  не отвергается.

Для модели рядов динамики, построенной по данным ГУП «Каякентский» (модель (3)), расчетное значение критерия Дарбина – Уотсона равен 2,17. Границы интерва-

ла ( $d_1$  и  $d_2$ ) критических значений критерия Дарбина – Уотсона при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  равны 0,46 и 2,13 соответственно. Тогда гипотеза  $H_0$  не отвергается.

Для модели рядов динамики, построенной по данным ГУП «Кировский» (модель (2)), расчетное значение критерия Дарбина – Уотсона равно 2,15. Границы интервала ( $d_1$  и  $d_2$ ) критических значений критерия Дарбина – Уотсона при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  равны 0,46 и 2,13 соответственно. Тогда гипотеза  $H_0$  об отсутствии автокорреляции не отвергается.

Таким образом, сельское хозяйство – отрасль, играющая особую роль в экономике РД, на ее долю приходится более одной трети валового регионального продукта республики. Ключевым показателем развития сельского хозяйства является валовая продукция, производимая в этой отрасли.

Возрастание роли прогнозирования в АПК обусловлено ускорением научно-технического прогресса, развивающейся интеграцией комплекса с другими отраслями экономики, усилением неопределенности, влиянием множества факторов на развитие сфер АПК и др.

Применение экономико-математических методов в прогнозировании позволяет существенно снизить степень неопределенности. Для этого разработаны модели временных рядов и рядов динамики, позволяющие выявить и оценить сложившиеся динамические тенденции изменения показателей предприятий аграрной сферы, комплексное использование которых позволяет обеспечить обоснованные краткосрочные и среднесрочные прогнозы.

#### Список литературы

1. Елисеева И.И. Эконометрика. Учебник для магистров. – М.: Проспект, 2012. – 288 с.
2. Касимова Т.М. Методика формирования сценариев развития регионального АПК на основе моделей временных рядов // Экономика и управление: материалы II Международной науч.-практ. конф. «Математическая экономика и экономическая информатика. Научные чтения памяти В.А. Кардаша» выпуск 22 / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ. – Новочеркасск: Лик, 2015. – С. 126–130.
3. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник, 2007. – 365 с.
4. Статистические методы прогнозирования в экономике: учебное пособие, практикум, тесты, программа курса / Дуброва Т.А., Архипова М.Ю. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2004. – 136 с.
5. Эконометрика: учебник / под ред. В.С. Мхитаряна. – М.: Проспект, 2009. – 384 с.