

УДК 519.237.5

## Динамический анализ производства мясной и молочной продукции в Саратовской области

Тиндова М.Г.

к.э.н., доцент кафедры прикладной математики и информатики

Саратовского социально-экономического института (филиала)

РЭУ им. Г.В. Плеханова

### Аннотация

В работе проведен динамический анализ производства мясной и молочной продукции на региональном уровне. В качестве субъекта исследования выбрана Саратовская область, а в качестве объекта – временные ряды изменения объемов производства скота и молочной продукции за период с 1995 г. по 2016 г. На основе двухвыборочного F-теста для дисперсии проверено наличие тренда в исследуемых временных рядах; на основе анализа автокорреляционной функции проверено наличие сезонных и циклических компонент временных рядов; на основе анализа остатков моделей на случайность, независимость и нормальность проверена адекватность построенных моделей. В результате построен прогноз производства мясной и молочной продукции на 2017-19 г., ошибки аппроксимации которого попали в диапазон от 7,5 до 10,85%.

**Ключевые слова:** анализ временных рядов; региональный АПК; мясная и молочная промышленность

### Abstract

The author conducted a dynamic analysis of the production of meat and dairy products at regional level. As a subject of study he chose the Saratov oblast, and the object time series changes of production volumes of cattle and dairy products for the period from 1995 to 2016 based On the two-sample F-test for variances, the author verified the presence of a trend in the investigated time series; based on the analysis of the autocorrelation function it is checked for the presence of seasonal and cyclical component of time series; based on the analysis of residue patterns in randomness, independence and normality he checked the adequacy of the constructed models. As a result, the author has constructed a forecast of production of meat and dairy products in 2017-19, approximation errors which were in the range of 7.5 to 10.85%.

**Key words:** time series analysis; regional agriculture; meat and dairy industry

**Введение.** В современных условиях вопросы продовольственной безопасности относятся к одним из основных проблем развития, как региональной экономики, так и экономики страны в целом. Саратовская область является достаточно хорошо развитым аграрным регионом, имеющим на своей территории несколько крупных аграрных предприятий и холдингов, занимающихся производством мясной и молочной продукции. Поэтому целью работы является

исследование динамики изменения показателей производства мясной и молочной продукции региона, а также построение моделей, описывающих это изменение.

В качестве объекта исследования выступают временные ряды изменения объемов производства скота в Саратовской области. При этом рассматривалось производство крупнорогатого скота, свинины, овец и коз, лошадей, кроликов и птицы (в тыс.тонн живого веса). А также временной ряд производства молока (в тыс.тонн), за период с 1995 г. по 2016 г [1].

Проводя первичный анализ с использованием описательных статистик [2], можно отметить, что среднее производство мясной продукции составляет 137,34 тыс. тонн. При этом среди исследуемых видов мясных продуктов наибольшая доля приходится на свиней и коров ( $y_{cp}=59,3$  тыс.тонн и  $y_{cp}=51,6$  тыс.тонн соответственно), наименьшую составляют лошади и кролики ( $y_{cp}=0,85$  тыс.тонн;  $y_{cp}=0,19$  тыс.тонн). При этом можно отметить, что производство мясной продукции сократилось на 11,6%.

Производство молока за исследуемый промежуток времени составляет в среднем 889,43 тыс.тонн, и оно сократилось в среднем на 29,5%. При этом наибольшее сокращение пришлось на производство молока сельскохозяйственными организациями (-76%). Производство же молока фермерскими хозяйствами и хозяйствами населения увеличилось на 64% и 8% соответственно.

**Методология.** Рассматривая временной ряд производства мясной продукции Саратовской области (рис. 1) и проводя двухвыборочный F-тест для дисперсии, можно увидеть, что поскольку наблюдаются различия в математических ожиданиях и дисперсиях, построенных по разным частям временного ряда, то данный ряд обладает трендом.

Для выбора лучшей формы тренда сравним линейную, квадратичную и показательную регрессии:

- линейный тренд:  $y = 253,2 + 1,86 \cdot t + \varepsilon$ ,  $R^2 = 0,624$  и параметры значимы по критериям Стьюдента, однако модель в целом незначима по критерию Фишера [3];

- квадратичный тренд:  $y = 252,6 + 8,76 \cdot t - 0,3 \cdot t^2 + \varepsilon$ ,  $R^2=0,762$ , все параметры значимы;

- показательный тренд:  $y = 253,2 \cdot e^{0,006t}$ ,  $R^2=0,647$ , однако параметр  $b_1$  незначим.

Таким образом, в качестве уравнения тренда необходимо выбрать квадратичную функцию. Параметр  $b_0$  здесь показывает начальные условия развития процесса, т.е. среднее количество произведённого мяса в Саратовской области в 1995 году составляет 252,6 тыс.тонн; параметр  $b_1$  – постоянный темп роста, другими словами, с каждым годом его количество увеличивается на 8,76 тыс.тонн; параметр  $b_2$  – темп прироста, который показывает скорость изменения этого процесса, т.е. с каждым годом скорость увеличения производства мясной продукции сокращается на 0,3 тыс.тонн.

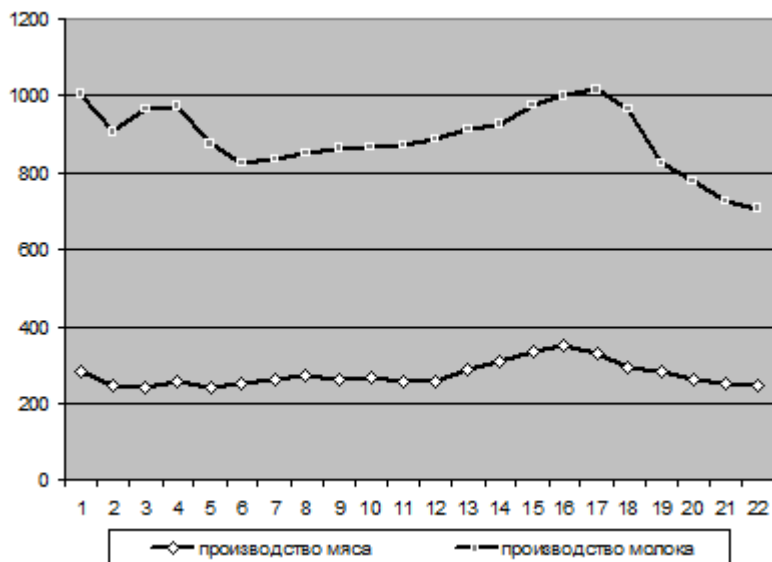


Рисунок 1. Динамика производства мясной и молочной продукции

Анализ автокорреляционной функции показал отсутствие сезонных и циклических колебаний.

Проверка адекватности моделей реальному процессу проводится на основе анализа случайной компоненты. Принято считать, что модель адекватна, если значения остатков удовлетворяют свойствам случайности, независимости и нормальности распределения.

Предположение о нормальности остатков может быть проверено с помощью показателей асимметрии и эксцесса [4]:  $|\hat{A}| = 1,04 < 2\sigma_{\hat{A}} = 1,19$  и

$\left| \hat{\Theta} + \frac{6}{n+1} \right| = 0,41 < 2\sigma_{\hat{\Theta}} = 1,4$ , следовательно, остатки распределены нормально.

Независимость остатков можно проверить с помощью критерия Дарбина-Уотсена [5]:  $dw = 1,49 \in [d_U = 1,43; 4 - d_U = 2,57]$  и гипотеза о независимости случайных отклонений принимается.

Случайность остатков можно проверить с помощью критерия медианных серий: число серий для ряда длиной  $n=22$ :  $v(22)=8$ , протяжённость самой длинной

серии  $k_{\max}(22)=3$ , тогда 
$$\begin{cases} v(22) > \left[ \frac{1}{2} (22 + 1 - 1,96\sqrt{22-1}) \right]; \\ k_{\max}(22) < [1,43 \cdot \ln(22+1)] \end{cases}; \quad \begin{cases} 8 > 7 \\ 3 < 4 \end{cases}.$$

Оба неравенства выполняются, следовательно, гипотеза об отсутствии тенденции среднего уровня принимается, и ряд остатков можно считать случайным.

**Результаты.** Другими словами, построенную модель можно использовать для прогнозирования объемов производства мясной продукции в Саратовской области. Построим прогноз на 2017-19 г.г.:  $y_{2017}(t=23)=268,43$  тыс.тонн,  $y_{2018}(t=24)=263,09$  тыс.тонн,  $y_{2019}(t=25)=257,15$  тыс.тонн. Ошибка аппроксимации здесь составляет 7,5%.

Если рассмотреть только производство крупнорогатого скота и свинины, то здесь также лучшим трендом является квадратичная функция:

- крупнорогатый скот:  $y = 70,08 - 2,5 \cdot t + 0,06 \cdot t^2 + \varepsilon$ ,  $R^2=0,572$ , все параметры значимы;

- свинина:  $y = 22,5 + 6,85 \cdot t - 0,24 \cdot t^2 + \varepsilon$ ,  $R^2=0,687$ , все параметры значимы.

Анализ автокорреляционной функции показал отсутствие сезонных и циклических колебаний в данных временных рядах.

Ошибки полученных моделей удовлетворяют свойствам случайности, независимости и нормальности распределения. Ошибки аппроксимации здесь соответственно составляют 11,38% и 10,47%.

Аналогичные результаты получены и для временного ряда производства молочной продукции. Уравнение тренда описывается с помощью квадратичной функции:  $y = 896,5 + 7,7 \cdot t - 0,55 \cdot t^2 + \varepsilon$ ,  $R^2=0,72$  и все параметры значимы. Анализ автокорреляционной функции показал отсутствие сезонных и циклических колебаний во временном ряду, а анализ остатков – адекватность модели. В результате прогноз производства молочной продукции в Саратовской области на 2017-19 г.г. составил:  $y_{2017}(t=23)=782,65$  тыс.тонн,  $y_{2018}(t=24)=764,5$  тыс.тонн,  $y_{2019}(t=25)=745,25$  тыс.тонн. Ошибка аппроксимации здесь составляет 10,83%.

**Вывод.** В качестве заключения можно отметить, что, несмотря на общее развитие аграрной отрасли Саратовской области, за последние 3 года наблюдается сокращение производства мясной и молочной продукции в регионе. Проведенное исследование показало, что без дополнительных усилий по развитию отрасли, подобная ситуация будет сохраняться. Однако следует отметить позитивные тенденции развития свиноводства и птицеводства в регионе.

### Список литературы:

- 1) Регионы России. Социально-экономические показатели // Стат. сб. / Госкомстат России (режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/region\\_stat/sep\\_region.html](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/sep_region.html))
- 2) Тиндова М.Г. Доходный подход в оценке ущерба при нецелевом использовании земель // Островские чтения. 2015. №1. С. 481-484
- 3) Тиндова М.Г. Использование нечёткого моделирования при решении управленческих задач рационального землепользования // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №3-1(10). С.108-110.
- 4) Максимов А.А. Эконометрический анализ формирования средней стоимости на рынке мясной продукции // Агропродовольственная экономика. 2016. №4. С. 38-45.
- 5) Тиндова М.Г. Методы оценки запасов природных ресурсов // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2010. № 5. С. 156-158.