

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЦЫ И
ДОЛЯ СТАВКИ САМОДОСТАТОЧНОСТИ В БУДУЩЕМ: ДВОЙНОЕ
ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ**

Негм М.М.

Реферат. В статье предлагается модель временных рядов для прогнозирования годового производства и потребления пшеницы в Египте на основе данных и экономических показателей за период с 1995 по 2015 гг. Основная цель данной работы состоит в прогнозировании будущих тенденций производства и потребления пшеницы и применении нескольких методов прогнозирования для анализа развития рассматриваемой отрасли в Египте до 2030 г. Исследование было проведено с целью выбрать подходящую модель для прогнозирования данных процессов среди трех методов, которые зависят от значений трех мер точности (MAPE, MAD и MSD) с использованием модели скользящего среднего, модели экспоненциального сглаживания и двойной экспоненциальной модели. В результате было выявлено, что двойная экспоненциальная модель является наиболее подходящей моделью для прогнозирования будущей тенденции производства и потребления пшеницы за счет меньших значений ошибок прогнозирования. Также были сформулированы рекомендации по улучшению продовольственной безопасности до 2030 года, которые представлены в целях улучшения управления земельными ресурсами и производительности, сокращения отходов сельскохозяйственной продукции и создания стратегического запаса пшеницы для решения проблем местного снабжения.

Ключевые слова: скользящее среднее, анализ тенденций, двойное экспоненциальное сглаживание, временные ряды, прогнозирование, производство, потребление, пшеница.

Введение. Египет, как и другие страны, испытывает нехватку продовольствия и проблемы с продовольственной безопасностью. В течение длительного периода времени Египет стремился к достижению самообеспеченности ключевыми продуктами питания, включая зерно (пшеницу и другие культуры). Однако достижение самодостаточности не означает, что продовольственная безопасность домашних хозяйств была достигнута. Спрос на пшеницу еще не был удовлетворен, что связано с разрывом между объемами производства и потребления. В ближайшем будущем ситуация может ухудшиться из-за текущих демографических тенденций, которые, вероятно, приведут к тому, что египетское население достигнет 117–120 миллионов человек к 2030 году. [1] К тому же необходимо учитывать ограниченные возможности для увеличения обрабатываемой земельной площади.

Растущий спрос может быть удовлетворен за счет расширения культивируемых территорий, однако экологические и социальные условия стали препятствием для увеличения объема вовлеченной земли, кроме того, наблюдается неспособность сельскохозяйственных ресурсов обеспечить достаточное производство пшеницы. Таким образом, будущее увеличение сельскохозяйственного производства во многом будет возникать за счет увеличения объема производства на единицу земли, то есть за счет высокой продуктивности.

Существует множество трудностей, которые препятствуют достижению максимально возможной эффективности.

Наиболее важной является увеличение обменного курса египетского фунта по отношению к доллару США, а также ряд противоречивых политик, таких как политика ценообразования, политика субсидирования и рационализация политики потребления.

Именно из-за этой ситуации сельскохозяйственная политика направлена на то, чтобы побудить фермеров выращивать урожай, особенно учитывая устойчивый рост населения и спрос на продовольствие. Однако из-за отсутствия производственных мощностей местное производство не покрывает потребности всех потребителей, поэтому для преодоления продовольственного дефицита в пшенице необходимо полагаться на импорт, что отрицательно сказывается на темпах экономического роста. Все это подчеркивает важность изучения спроса и предложения на рынке пшеницы.

В статье также рассматривается отсутствие внутренних поставок пшеницы в Египет, что связано с неспособностью местного производства удовлетворить растущий спрос. Причиной этой ситуации является ряд факторов, наиболее важными из которых являются ограниченные земельные и водные ресурсы, рост населения, высокий уровень потребления. Таким образом, необходимо импортировать пшеницу, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на государственные расходы.

Цель работы. В статье представлена модель прогнозирования производства и потребления пшеницы в Египте. Модель разработана на основе статистических данных и модели временных рядов с определенными показателями и направлена на улучшение

производства и удовлетворение спроса на пшеницу в Египте. Данное исследование направлено на то, чтобы дать рекомендации, которые помогут лицам, принимающим решения в данной сфере.

Метод исследования. Для реализации прогноза используются соответствующие данные временных рядов. Прогнозы используются в вычислительных процедурах для оценки параметров модели, используемой для распределения ограниченных ресурсов, или для описания случайных процессов. Временной ряд представляет собой последовательность наблюдений случайной величины. Следовательно, это стохастический процесс и предполагает, что наблюдения различаются в зависимости от некоторого распределения вероятности относительно основной функции времени.

Модели прогнозирования. Прежде всего, следует отметить, что в математических моделях прогнозирования мы будем учитывать краткосрочные и среднесрочные прогнозы. Формирование долгосрочных прогнозов требует привлечения методов экспертной оценки. Временные ряды данных о годовом производстве, потреблении и самообеспеченности за период с 1995 по 2016 годы [2] были использованы с целью прогнозирования площади урожая на следующие 2017–2030 годы. Сравнение моделей, а именно модели линейного тренда, скользящего среднего, модели экспоненциального роста и модели с двойным экспоненциальным сглаживанием, использовалось для поиска наилучшего метода прогнозирования производства и потребления пшеницы в Египте. Эти прогнозные модели могут быть ранжированы по критерию эффективности. Общие формы модели были проанализированы в статистическом программном обеспечении Minitab (Version 17), как указано ниже.

Форма модели с двойным экспоненциальным сглаживанием может быть выражена следующим образом: пусть S' обозначает однократно сглаженную серию, полученную применением простого экспоненциального сглаживания к ряду Y [3]. Тогда значение S' в периоде t определяется следующим образом:

$$S'(t) = \alpha Y(t) + (1-\alpha) S'(t-1) \quad (1)$$

Пусть S'' обозначает дважды сглаженный ряд, полученный применением простого экспоненциального сглаживания, тогда:

$$S''(t) = \alpha S'(t) + (1-\alpha) S''(t-1). \quad (2)$$

Наконец, прогноз $Y(t+1)$ представлен следующим образом:

$$Y(t+1) = a(t) + b(t), \quad (3)$$

где $a(t) = 2S'(t) - S'(t)$ – оцененный уровень в период t ;

$b(t) = (a / (1-\alpha)) (S'(t) - S'(t))$ – оцененный тренд в период t .

Оценки адекватности процессов прогнозирования основываются на трех показателях точности: средней абсолютной процентной погрешности (MAPE), среднего

абсолютного отклонения (MAD) и среднеквадратичного отклонения (MSD).

Модель, которая имеет меньшие значения ошибки, указывает на наилучшую модель прогнозирования [4]. Разница между фактическим и установленным значением в отношении данных временных рядов известна как ошибка прогнозирования или точность измерения. MAPE – относительные меры, которые выражают ошибку в процентах.

Результаты и их обсуждение.

Исходные данные. Производство пшеницы в Египте в течение периода с 1995 по 2016 годы имело долгосрочную тенденцию к росту. Рост производства пшеницы увеличился с 5,27 млн. тонн в 1995 году до 10,42 млн тонн в 2016 году, то есть рост составил примерно 97,7%. Соответственно, возросло воздействие обрабатываемой площади на урожай пшеницы. Таким образом, потребление пшеницы увеличилось с 10,52 млн тонн в 1995 году до 18,9 млн тонн в 2016 году, то есть на 79,6%.

Несмотря на наблюдаемое увеличение производства пшеницы в Египте в 1995–2016 гг., существует большой разрыв между внутренним производством и потреблением пшеницы. Данный разрыв покрывается за счет импорта пшеницы, что отрицательно сказывается на балансе сельскохозяйственной торговли Египта. Таким образом, рост производства пшеницы не является существенным для удовлетворения растущих потребностей страны в продовольствии. В связи с этим правительство вынуждено продолжать заполнять продовольственный дефицит, вызванный возможной недостаточностью урожая пшеницы (рисунок 1).

Учитывая сложившуюся ситуацию, анализ временных рядов предоставляет инструменты для выбора модели, которая может использоваться для прогнозирования будущих событий. Таким образом, модели временных рядов были созданы по данным о производстве и потреблении пшеницы в Египте. Целью подбора нескольких моделей временных рядов по этим данным является получение надежных прогнозов на основе статистических данных.

Метод двойного экспоненциального сглаживания [DES]. В этом разделе в качестве подходящей модели для прогнозирования был выбран метод двойного экспоненциального сглаживания. Прогноз направлен на определение тенденций в производстве и потреблении пшеницы в будущем. Данный метод предполагает, что каждое наблюдение в серии состоит из двух компонентов: уровня или сглаживания. На рисунках 2 и 3 показано, что используемые данные в среднем были нестационарными.

Метод был выбран на основе меньших значений ошибок прогнозирования и является оптимальным по сравнению с трендом линейной модели. Эффективность модели скользящего среднего, модели

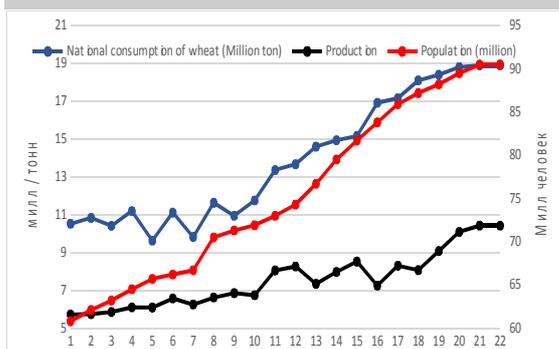


Рисунок 1 – Тенденции временных рядов, удовлетворения потребности населения в пшенице в 1995–2016 гг.

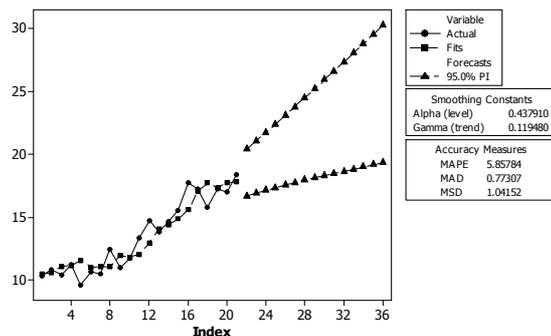


Рисунок 3 – Двойное экспоненциальное сглаживание для прогнозирования потребления пшеницы в период 2016-17–2030 гг.

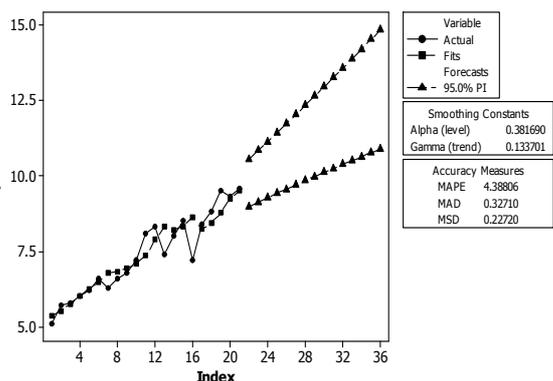


Рисунок 2 – Двойное экспоненциальное сглаживание для прогнозирования производства пшеницы в период 2016-17–2030 гг.

экспоненциального сглаживания и двойной экспоненциальной модели зависит от значений трех показателей точности (MAPE, MAD и MSD).

Результаты прогнозирования вместе с 95% интервалами показали, что производство и потребление пшеницы, как правило, постепенно растут с 2016-17 до 2029-30 гг. (табл. 1). Интервалы прогнозирования, связанные с прогнозируемыми значениями, показывают, что вероятность того, что эти прогнозные значения останутся в нижнем и верхнем пределах составляет 95%. Таким образом, двойная экспоненциальная модель является наиболее подходящей моделью для прогнозирования будущей тенденции пшеницы на основе наименьших значений ошибок прогнозирования.

Прогнозирование с использованием метода двойного экспоненциального

сглаживания. В этом разделе на основе проведенного анализа представлены прогнозы будущего потребления и производства, объема импорта, продовольственного дефицита и самообеспеченности пшеницей в Египте. Прогнозы созданы с использованием двойного экспоненциального сглаживания (DES), известного как метод Холта-Винтерса. Диагностическая проверка производится с использованием значений трех мер точности (MAPE, MAD и MSD). Прогнозируемые значения получены из модели DES с 95-процентным интервалом (нижний и верхний интервалы прогнозирования).

Чтобы преодолеть проблемы, упомянутые ранее, и достичь максимально возможного коэффициента самообеспеченности потребностей в пшенице, в течение следующих 15 лет до 2030 года будут проводиться анализ и прогнозирование будущего спроса, предложения, производства и импорта.

Модель предсказала общее увеличение потребления пшеницы (Y1). Прогноз на 2030 год составил приблизительно 24,7853 млн тонн в доверительном интервале 95%, что составляет около 34,60% по сравнению с потреблением в 2015 году. Нижняя и верхняя границы показывают увеличение объемов производства, которое к 2030 году может достигнуть 19,3270 и 30,2435 млн тонн, соответственно.

Модель DES прогнозирует, что производство пшеницы (Y2) увеличится с 9,7548 в 2016 году до 12,8671 в 2030 году, при этом рост составит на 33,91% больше, чем его значение в 2015 году. При 95% -ном доверительном интервале верхний предел

Таблица 1 – Диагностические значения для модели показателей точности потребления и производства пшеницы в Египте, млн тонн

| Модель прогнозирования | Критерии выбора наилучшей модели | | | | | |
|------------------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | MAPE | | MAD | | MSD | |
| | Потребление | Производство | Потребление | Производство | Потребление | Производство |
| Скользящее среднее | 7.41 | 7.16 | 1.06 | 0.56 | 1.88 | 0.43 |
| Двойное экспоненциальное сглаживание | 5.85 | 4.38 | 0.77 | 0.32 | 1.04 | 0.22 |
| Однократное экспоненциальное сглаживание | 6.78 | 6.45 | 0.91 | 0.48 | 1.29 | 0.32 |

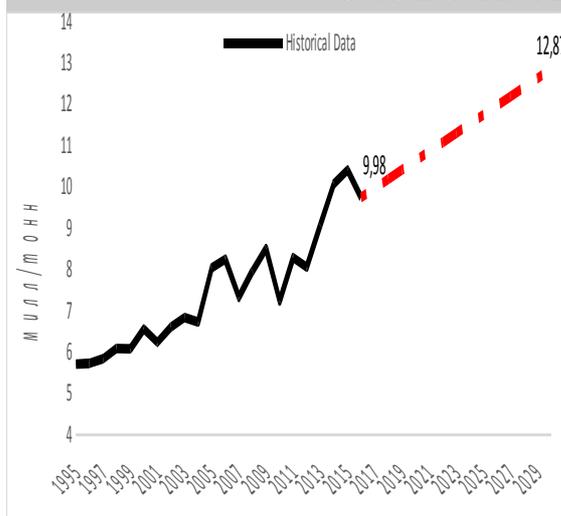


Рисунок 4 – Результаты прогнозирования производства пшеницы до 2030 года

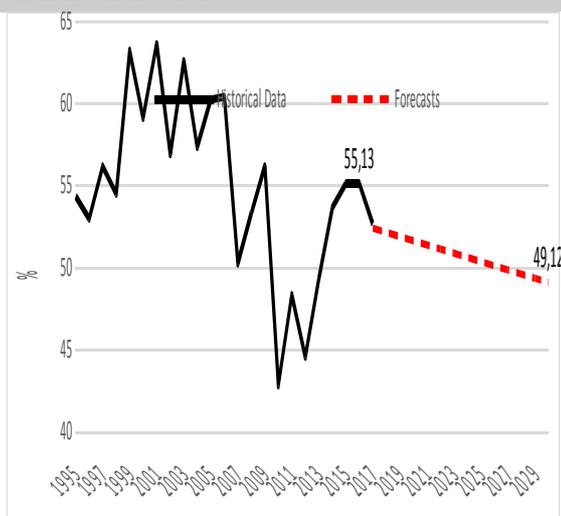


Рисунок 6 – Результаты прогнозирования самообеспеченности пшеницей до 2030 года

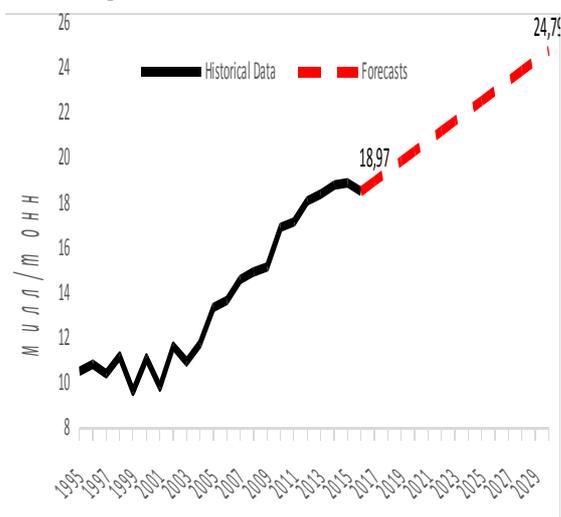


Рисунок 5 – Результаты прогнозирования потребления пшеницы до 2030 года.

производства увеличился с 10,5562 млн тонн в 2016 году до 14,8385 млн тонн в 2030 году, как показано на рисунках 4 и 5.

Кроме того, модель предсказала, что показатель самообеспеченности пшеницей снизится до 49,1214% в 2030 году, а значение верхнего предела увеличится с 61,6922% в 2016 году до 89,0799% в 2030 году, если страна примет новую политику регулирования данной сферы (рисунок 6).

Выводы и рекомендации. Статья пролила свет на текущую ситуацию на рынке пшеницы

в Египте, в том числе на эволюцию структуры потребления и производства и последовательное развитие объема импорта пшеницы, а также их влияния на национальную экономику. Поскольку население постоянно увеличивается, необходимо планировать удовлетворение потребностей нации. Прогнозирование является ключевым инструментом для достижения этой цели. Пшеница является основой потребления и, соответственно, основной потребностью населения во многих странах. В этом исследовании были разработаны модели временных рядов для прогнозирования производства и потребления пшеницы в Египте на основе исторических данных с 1995 г. по 2016 год. Изученные в модели показатели могут быть учтены при разработке стратегий и планов, которые в конечном итоге направлены на решение проблемы продовольственной безопасности в Египте. Результаты исследования позволяют разработать рекомендации для государства, которые состоят в принятии политики для создания привлекательного и благоприятного климата для инвестиций в сельское хозяйство, наиболее важным фактором которого является помощь инвесторам на вновь развитых землях путем предоставления необходимой инфраструктуры.

Литература

1. Негм М.М., Сафиуллин Л.Н. Оценка экономической эффективности функции производства пшеницы в Египте // Казанский экономический вестник. – 2018. – №1.
2. MALR, 2014. List of agriculture statistics, Available at: <http://www.agr-egypt.gov.eg/StudiesAll.aspx>.
3. Негм М.М., Сафиуллин Л.Н. Моделирование прогнозирования потребления, производства и импорта пшеницы в Египте с использованием модели ARIMA // Ветник СГСЭУ. – 2018. №1 (70).
4. Ben Khediri, Karim & Ben Ali, Mohamed & Ben-Khedhiri, Hichem. (2010). Bank-specific, Industry-specific and Macroeconomic Determinants of African Islamic Banks's Profitability. International Journal of Business and Management Sciences. 3. 39–56.
5. Kazaz, N.M et al. The economic factors affecting wheat food gap in Egypt. // The Egyptian journal of Agri. Economics. – 2015. – Vol.25, No (4).

6. Dawoud, S. D.Z. current status and future perspective of wheat production and consumption in Egypt, // J. Agri-Food & Appl. Sci., 5 (2): 35–45, 2017
7. Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. (2008) Time Series Analysis: Forecasting and Control, Fourth edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
8. Hafez, W. et al., 2011. Food security in Egypt in 2030: Future scenarios, Available at: <http://www.idsc.gov.eg/IDSC/publication/View.aspx?ID=352>.
9. FAO. www.faostat.org. FAOSTAT Database, Different Years.
10. Othman, A.Z., El Din Hassan, M.B., El Sawalhy, H.A., Hassan, A.A. Analytical study of production costs for some crops in Egypt and most important economic efficiency indicators when it cultivated intercropping, International Journal of ChemTech Research, 2016, 9(4), pp. 453–460

Сведения об авторе:

Негм Мостафа Мохамед – аспирант, e-mail: negm.n2060@gmail.com
 Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

SIMULATION OF TIME SERIES FOR WHEAT PRODUCTION AND A SHARE OF A SELF-DYNAMIC RATE IN THE FUTURE: DOUBLE EXPONENTIAL FORECASTING

Negm M.M.

Abstract. The article proposes a time series model for forecasting the annual production and consumption of wheat in Egypt, based on data and economic indicators for the period from 1995 to 2015. The main objective of this work is to predict future trends in wheat production and consumption and use several prediction methods to analyze the development of the industry in Egypt until 2030. The study was conducted to select a suitable model for predicting these processes among three methods that depend on the values of three accuracy measures (MAPE, MAD and MSD) using the moving average model, the exponential smoothing model and the double exponential model. As a result, it was revealed that the double exponential model is the most suitable model for forecasting the future trend of wheat production and consumption due to smaller values of prediction errors. Recommendations were also formulated to improve food security until 2030, which are presented in order to improve land management and productivity, reduce agricultural waste and create a strategic wheat stock to address local supply problems.

Key words: moving average, trend analysis, double exponential smoothing, time series, forecasting, production, consumption, wheat.

References

1. Negm M.M., Safiullin L.N. Estimation of economic efficiency of wheat production function in Egypt. [Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti funktsii proizvodstva pshenitsy v Egipte]. // *Kazanskiy ekonomicheskiy vestnik*. – Kazan economic herald. №1. – 2018.
2. MALR, 2014. List of agriculture statistics, Available at: <http://www.agr-egypt.gov.eg/StudiesAll.aspx>.
3. Negm M.M., Safiullin L.N. Modeling the forecasting of consumption, production and import of wheat in Egypt using ARIMA model. [Modelirovaniya prognozirovaniya potrebleniya, proizvodstva i importa pshenitsy v Egipte s ispolzovaniem modeli ARIMA]. // *Vestnik SGSEU. Herald of SGSEU*. – №1 (70). – 2018.
4. Ben Khediri, Karim & Ben Ali, Mohamed & Ben-Khedhiri, Hichem. (2010). Bank-specific, Industry-specific and Macroeconomic Determinants of African Islamic Banks's Profitability. International Journal of Business and Management Sciences. 3. 39–56.
5. Kazaz, N.M et al. The economic factors affecting wheat food gap in Egypt. // The Egyptian journal of Agri. Economics. – 2015. – Vol.25, No (4).
6. Dawoud, S. D.Z. current status and future perspective of wheat production and consumption in Egypt, // J. Agri-Food & Appl. Sci., 5 (2): 35–45, 2017
7. Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. (2008) Time Series Analysis: Forecasting and Control, Fourth edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
8. Hafez, W. et al., 2011. Food security in Egypt in 2030: Future scenarios, Available at: <http://www.idsc.gov.eg/IDSC/publication/View.aspx?ID=352>.
9. FAO. www.faostat.org. FAOSTAT Database, Different Years.
10. Othman, A.Z., El Din Hassan, M.B., El Sawalhy, H.A., Hassan, A.A. Analytical study of production costs for some crops in Egypt and most important economic efficiency indicators when it cultivated intercropping, International Journal of ChemTech Research, 2016, 9(4), pp. 453–460

Authors:

Negm Mostafa Mokhamed – post-graduate student, e-mail: negm.n2060@gmail.com
 Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russia.