

вопросу оценки надежности нанокomпонентов с использованием понятия копулы // Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами Саратов. 2015. С. 72-74.

6. *Kondrateva O. Y., Krylov S. N., Revzina E. M., Kondrateva E. V.* Using modern software for modeling of nano-sized materials // Наночастицы, наноструктурные покрытия и микроконтейнеры : технология, свойства, применения Саратов. 2015. С. 33-36.

7. *Кондратьева О. Ю., Терин Д. В., Ревзина Е. М., Сафонов Р. А.* Прогнозирование отказов наносистем // Математическое моделирование и информационные технологии в научных исследованиях и образовании. Саратов. 2015. С. 98-101.

8. *Safonov R., Glukhova O., Bulgakova K., Savostyanov G., Kondrateva O.* Gpu parallel computing in molecular dynamics calculations // Наночастицы, наноструктурные покрытия и микроконтейнеры: технология, свойства, применения. Саратов. 2015. С. 38.

9. *Абашиев А. В., Терин Д. В.* Применение современных математических и компьютерных методов для обработки и анализа результатов исследования устойчивости // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2014. № 12 (70). С. 46-49.

10. *Абашев А. В., Терин Д. В., Мурашев Д. А.* Разработка компонента для формирования библиографии и перекрестных ссылок в msword // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2012. № 8. С. 482-487.

11. *Galushka V. V., Bilenko D. I., Terin D. V., Revzina E. M., Kondratyeva O. Yu., Kozhevnikov I. O.* Controlled Investigation of Mass Transfer in Nanostructures AgI-Ag // BioNanoScience. 2015. № 5. P. 227-232.

12. *Вениг С. Б., Мурашев Д. А., Терин Д. В., Ставский Д. В.* Индивидуальные образовательные траектории и реализация компетентностного подхода при совместном использовании клипатов и виртуальных информационных образовательных систем // Инженерное образование. 2012. № 11. С. 149-151.

13. *Ломовцева К. С., Кондратьева Е. В., Кондратьева О. Ю.* Применение ассиметричной копулы для определения оптимальной длительности гарантийного срока службы легковых автомобилей // Нано- и биомедицинские технологии. Управление качеством. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. Саратов. 2016. С. 63-69.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Е. С. Магомедова, В. С. Панахов

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

E-mail: magomedova.e.s@mail.ru

Не секрет, что любая экономическая организация хочет добиться своего развития в желательном направлении и избежать нежелательных результатов. Поэтому необходимость прогноза является актуальной в наше время. В этой статье проведен статистический анализ данных. По этим данным был проведен прогноз, на основе экстраполяции тренда. Оценена погрешность и адекватность прогноза. Написана программа на языке программирования C#.

STATISTIC METHODS FORECASTING ECONOMIC PARAMETERS

V. S. Panakhov, E. S. Magomedova

It's no secret that any economic organization wants to achieve progress in desirable direction

and avoid undesirable results. So the necessity of forecast is relevant in our time. In this article a statistic analysis of data. For these data was made forecast based on extrapolation of trend. Estimated accuracy and adequacy of forecast. Program was written on C# programming language.

Для проведения статистического анализа возьмем данные с официального сайта федеральной службы государственной статистики.

Таблица 1

**Вспахано зяби в сельскохозяйственных организациях
Центрального федерального округа**

Месяц, год	Гектар (тыс.)
Сентябрь 2011	968,85
Октябрь 2011	2 354,69
Ноябрь 2011	3 769,10
Декабрь 2011	4 210,33
Сентябрь 2012	993,61
Октябрь 2012	2 380,95
Ноябрь 2012	3 905,56
Декабрь 2012	4 681,15
Сентябрь 2013	1 176,84
Октябрь 2013	2 061,92
Ноябрь 2013	3 753,98
Декабрь 2013	4 924,54
Сентябрь 2014	1 340,71
Октябрь 2014	2 959,53
Ноябрь 2014	4 413,09
Декабрь 2014	4 812,18
Сентябрь 2015	1 146,29
Октябрь 2015	2 659,46
Ноябрь 2015	4 507,01
Декабрь 2015	5 298,47



Рис. 1. График зависимости данных из таблицы 1 от времени

Выясним, присутствует ли тренд в данном динамическом ряду. Для этого

воспользуемся критерием пиков. Общее количество поворотных точек будет равно $p=8$. Найдем критическое значение q .

$$q = \left[\frac{2}{3} (20 - 2) - 1.96 \sqrt{\frac{16 \cdot 20 - 29}{90}} \right] = [8.475] = 8$$

Так как условие $p > q$ не выполняется, то во временной ряду присутствует тренд.

Так как в нашем ряду присутствуют сезонные колебания с периодом $l=4$, нам нужно провести десеонализацию. Определим тип сезонной компоненты. Так как амплитуда колебаний изменяется со временем, то сезонная компонента имеет мультипликативную форму. Сгладим наш ряд с помощью простой средней скользящей с длиной равной l . Далее рассчитаем отклонения фактических значений от уровней сглаженного ряда. Определим предварительные значения сезонной составляющей:

$$\bar{x}_1 = \frac{0.348 + 0.401 + 0.403 + 0.351}{4} = 0.376, \bar{x}_2 = 0.795, \bar{x}_3 = 1.299, \bar{x}_4 = 1.52$$

И проведя корректировку первоначальных значений, получим:

$$\bar{x} = \frac{4}{0.376 + 0.795 + 1.299 + 1.52} = 1.003$$

$$s_1 = 0.376 \cdot 1.003 = 0.377, s_2 = 0.797, s_3 = 1.302, s_4 = 1.524$$

Поделив наш временной ряд на значения сезонной составляющей, получим динамический ряд, по данным которого производится расчет коэффициентов кривой роста.

Следующим шагом будет расчет коэффициентов кривой роста. Для примера возьмем линейную кривую. Найдем необходимые нам значения и вычислим коэффициенты:

$$a_1 = 40.19 \frac{20 \cdot 676089.4 - 61844.1 \cdot 210}{20 \cdot 2870 - 210^2} = 40.19, a_0 = \frac{61844.1}{20} - 40.19 \frac{210}{20} = 2670.21$$

Уравнение кривой будет выглядеть следующим образом:
 $\hat{y}_t = 2670.21 + 40.19 \cdot t$

По этому уравнению получим расчетные значения тренда. Умножим полученные значения на сезонную составляющую, мы получим расчетное значение нашего изначального динамического ряда.

Оценим адекватность нашей модели. Для этого наша остаточная компонента должна соответствовать случайной компоненте. Остаточную компоненту найдем как разность между фактическими и расчетными данными.

Воспользуемся RS критерием для определения нормальности распределения. Найдем значение $\bar{e} = 3.87$ и $S_e = \sqrt{\frac{1}{19} 604179.38} = 178.323$. Теперь мы найдем значение критерия $RS = \frac{383.15 + 386.34}{178.323} = 4.315$. Так как это значение лежит в интервале $RS_1 = 3.18$ $RS_2 = 4.49$, $3.18 < 4.315 < 4.49$, то остаточная последовательность соответствует нормальному распределению.

Для определения автокорреляции воспользуемся критерием Дарбина-

Уотсона. Найдем значение $d = \frac{790359.03}{604479.44} = 1.307$ и $r_{(1)} = \frac{207948.91}{604479.44} = 0.344$.

Так как значение d лежит между значениями $d_1 = 1.201$ и $d_2 = 1.411$, то мы проверяем условие $r_{(1)} < r_{(1)\alpha}$, так как $0.344 < 0.44$, то остатки признаются независимыми.

Для того, чтобы узнать случайны ли наши остатки, воспользуемся критерием пиков. Общее число пиков равно $p=7$. Критическое значение равно $q=8$. Так как значение $p < q$, то гипотеза о случайности ряда отвергается, а значит данная модель тренда неадекватна.

Применяя этот алгоритм для других кривых роста, мы получим, что наилучшим вариантом является уравнение кривой полинома второй степени, которая является адекватной, имеет относительную погрешность $\delta = 5.481\%$ и имеет следующий вид уравнения: $\hat{y}_t = -0.4136t^2 + 48.875t + 2638.4$

Сделаем точечный и интервальный прогноз на 4 шага вперед. Для этого найдем доверительный интервал с периодом упреждения $L=4$ для данной кривой роста.

$$S_y = \sqrt{\frac{614601.96}{20-3}} = 190.14$$

$$K = 2.086 \sqrt{1 + \frac{1}{2870} 21^2 + \frac{722666 - 2 \cdot 2870 \cdot 21^2 + 20 \cdot 21^2}{20 \cdot 722666 - 2870^2}} = 2.545$$

$$V_{21} = 190.14 \cdot 2.545 = 483.87, V_{22} = 500.37, V_{23} = 519, V_{24} = 539.81$$

$$V_n = 396.61$$

Данные, полученные на основании экстраполяции тренда с помощью кривой роста $\hat{y}_t = -0.4136t^2 + 48.875t + 2638.4$, занесены в таблицу 2, на основании этих данных построен график прогноза.

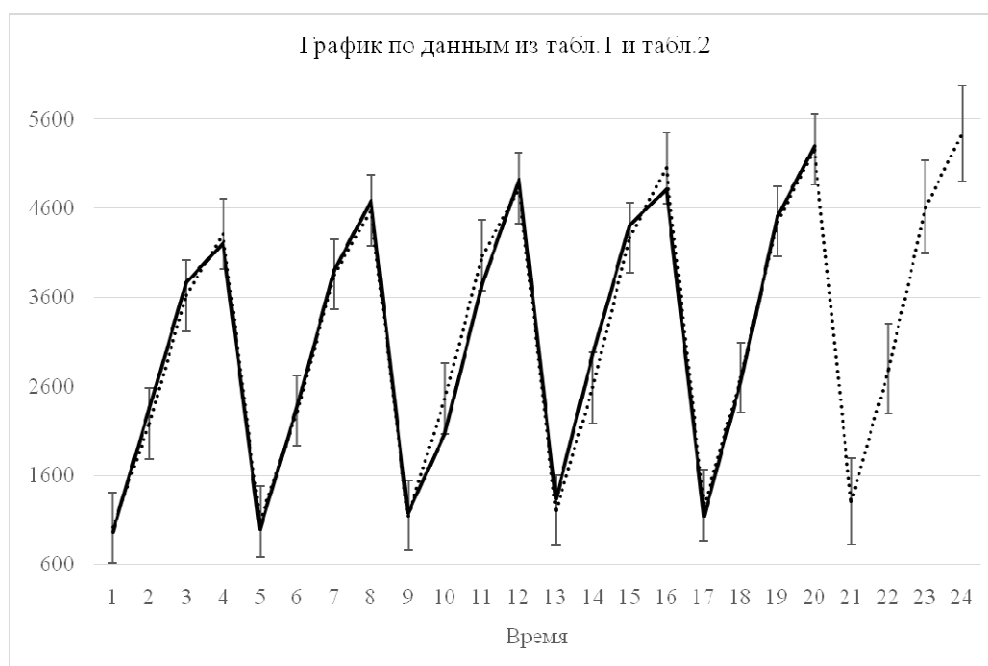


Рис. 2. График зависимости данных из таблицы 1 и из таблицы 2 от времени

**Прогнозные значения
по данным из таблицы 1**

t	y	t	y
1	1011,86	13	1206,56
2	2179,21	14	2583,32
3	3622	15	4269,44
4	4309,36	16	5052,01
5	1081,74	17	1261,5
6	2324,46	18	2696,93
7	3855,05	19	4450,78
8	4577,08	20	5259,21
9	1146,65	21	1311,44
10	2459,16	22	2799,99
11	4070,86	23	4614,89
12	4824,63	24	5446,24

Также была написана программа на языке программирования С# для авторасчета прогноза на основе экстраполяции тренда.

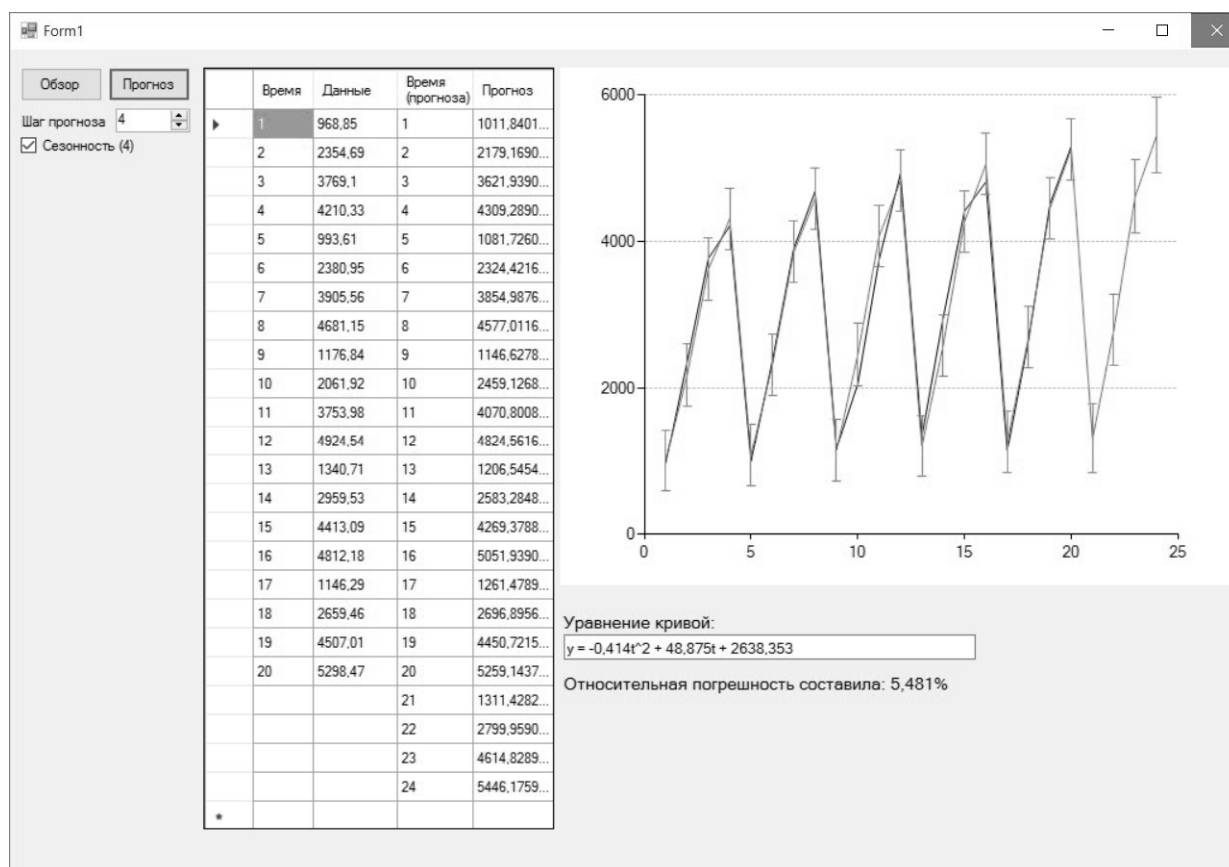


Рис. 3. Интерфейс программы

Подводя итоги исследования, можно сделать вывод, что прогнозы, основанные на экстраполяции тренда являются точными и научно обоснованными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 14.04.2016).
2. Дуброва Т. А. Статистические методы прогнозирования : учеб. пособие для вузов. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 206 с.
3. Федосеев В. В. Экономико-Математические методы и прикладные модели : учеб. пособие для вузов под ред. В. В. Федосеева. М. : ЮНИТИ, 1999. 391 с.
4. Садовникова Н. А. Анализ временных рядов и прогнозирование : учеб. пособие Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 67 с.
5. Орлова И. В. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач. М. : Вузовский учебник, 2004. 144 с.
6. Бучацкая В. В. Методика определения интервальных оценок при прогнозировании методами экстраполяции // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-Математические и технические науки. 2012. № 3 (106). С. 136-140.

О ПОДХОДЕ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО ПАРАМЕТРАМ, ЗАДАННЫМ СЕГМЕНТНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

А. В. Макаров, Ю. А. Макеева, С. И. Дудов

Саратовский государственный университет, Россия

E-mail: Alexander-Makarov93@yandex.ru, julia12mak@yandex.ru, DudovSI@info.sgu.ru

Рассматривается экономический процесс, характеризующийся двумя показателями, исторические данные о которых задаются значениями сегментных функций. Для прогнозирования этих показателей предлагается решение задачи по равномерному приближению многозначного отображения, образы которого формируются двумя соответствующими сегментными функциями, двумерной вектор-функцией полиномиального вида. Показано, что решение этой задачи может быть сведено к решению двух вспомогательных задач по равномерному приближению других сегментных функций полиномами по используемой чебышевской системе функций.

APPROACH TO PREDICTION OF THE ECONOMIC PROCESS BY PARAMETERS DEFINED BY SEGMENTS FUNCTIONS

A. V. Makarov, J. A. Makeeva, S. I. Dudov

The economic process is considered which is characterized by two parameters for which historical data is defined by values of segment functions. The solution of the problem of uniform approximation of multivalued map, where images are formed by two respective segment functions - a two-dimensional vector-function of polynomial type -, is proposed for prediction of these parameters. It is showed that solution of the problem can be reduced to the solving of two auxiliary problems related to the uniform approximation of another segment functions by polynomials using Chebyshev system of functions.