3. Signal shape recognition in a sum of two signals [Текст] : отчет о НИР / Informatique, signaux et systemes de Sophia Antipolis, H. Rix. – ISRN I3S/RR–2010-12-FR.–UNSA-CNRS, 2010.
4. Авраменко, В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применения при решении задач диагностики [Текст] / В.В. Авраменко // Вісник Сумського державного університету. - 2000. - №16.
5. Авраменко, В.В. Распознавание фрагментов заданных эталонов в анализируемом сигнале с помощью функций непропорциональности [Текст] / В.В. Авраменко, А.П. Карпенко// Вісник Сумського державного університету. - 2002 - №1 (34) – С. 96.

Abstract

There are many publications devoted to the problem of recovery of reference signal superimposed on a random noise. In many practical cases, however, both the signal and the additive noise are periodic processes. Processing such a signal usually starts with filtering the noise. However, when the spectra of the signal and the noise are superimposed, the filtering will distort the spectrum of reference signal. The correlation methods that require observation of the signal over the full period are only effective in cases where no real-time recognition is necessary. Based on that the disproportion functions have been chosen as a measure of deviation between the reference and the analyzed signal. These functions are invariant to the scaling factor that allows recognizing the reference signal with unknown scaling. Moreover, there is no need for long-time monitoring of the analyzed signal. To work out the disproportion function it is enough to know just the magnitude and the first derivative of the analyzed signal. The real-time recognition method has been developed. Its efficiency has been proven on recognition of the speech commands superimposed on a high intensity periodic noise

Keywords: *periodic signal recognition, disproportion functions, additive noise, periodic noise, speech command, signal fragment*

УДК 519.216

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

На основі апарату канонічних розкладів випадкових послідовностей отримано алгоритм прогнозу економічного стану сільськогосподарського підприємства, який дозволяє оцінити результати його роботи в майбутньому при здійсненні певної реорганізації (зміна земельних ресурсів, трудових ресурсів, основних засобів)

Ключові слова: випадкова послідовність, канонічний розклад, алгоритм екстраполяції

На основе аппарата канонических разложений случайных последовательностей получен алгоритм прогноза экономического состояния сельскохозяйственного предприятия, который позволяет оценить результаты его работы в будущем при осуществлении определенной реорганизации (изменение земельных ресурсов, трудовых ресурсов, основных средств)

Ключевые слова: случайная последовательность, каноническое разложение, алгоритм экстраполяции

И.П. Атаманюк
Кандидат технических наук, доцент
Кафедра высшей и прикладной математики*
Контактный тел.: 098-797-12-34
E-mail: atamanyuk_igor@mail.ru

Н.Н. Сиренко
Доктор экономических наук, профессор
Кафедра финансов*
E-mail: sirenko@mdau.mk.ua

И.В. Барышевская
Аспирант*

*Николаевский национальный аграрный университет
ул. Парижской коммуны, 9, г. Николаев, Украина, 54010

1. Введение

Экономическое состояние является важнейшим критерием деловой активности и надежности предприятия, определяющим его конкурентоспособность и потенциал в эффективной реализации экономических интересов всех участников хозяйственной деятельности. Для обеспечения успешной работы руководству предприятия необходимо уметь реально оценивать и прогнозировать как свое экономическое состояние, так и партнеров и конкурентов. Одним из инструментов определения текущего состояния предприятия или возможностей его развития являются модели прогнозирования. Однако такая практика в управлении украинскими предприятиями отсутствует. В основном, прогнозированием на предприятиях и в банках занимаются эксперты, чьи методы не имеют четкого научного обоснования и носят название ”носологии”, означающее интуитивные подходы, базирующиеся на личном опыте работы. Приоритет в исследовании возможностей управления на основе прогнозирования экономического состояния предприятия принадлежит западным специалистам. Начало теоретическим разработкам и построению прогнозных моделей [1-3] было положено Бэвером, затем продолжено в работах Альтмана (США), Альберичи (Италия), Миша (Франция) и других. Более современным направлением в построении алгоритмов прогноза экономических показателей является применение стохастических методов экстраполяции. Правомерность такого подхода объясняется влиянием множества случайных факторов на результаты функционирования предприятия (погодные условия, случайные колебания спроса и предложения, инфляция и т.д.), под воздействием которых изменение показателей экономического состояния приобретает случайный характер. Однако существующие модели прогноза накладывают существенные ограничения на случайную последовательность, описывающую изменение экономических показателей [4-6] (марковость, стационарность, монотонность, скалярность и т.д.). В этой связи возникает задача построения модели прогноза при самых общих предположениях о стохастических свойствах случайного процесса изменения показателей экономического состояния предприятия.

2. Цель и постановка задачи

Целью данной работы является разработка информационной технологии управления сельскохозяйственным предприятием на основе алгоритма прогнозирования показателей его работы. Основное требование к алгоритму прогноза - отсутствие каких-либо существенных ограничений на стохастические свойства случайного процесса изменения экономических показателей.

3. Решение задачи

Наиболее универсальным с точки зрения требований к исследуемой случайной последовательности является метод, базирующийся на аппарате канонических разложений [7-8]. Основными первичными показателями экономического состояния сельскохозяйственных предприятий являются валовая прибыль, валовая продукция, земельные ресурсы, трудовые ресурсы, основные средства, поэтому объектом исследования является векторная случайная последовательность с пятью зависимыми составляющими (при необходимости число показателей и их качественный состав может быть изменен). Предварительные исследования (проверка зависимости случайных величин) показали, что наиболее устойчивыми и значимыми стохастическими связями обладают случайные последовательности, описывающие изменение экономического состояния предприятий, относящихся к интенсивному [9] типу развития на интервале одиннадцать лет, что соответствует обработке двенадцати годовых показателей для множества предприятий указанного типа. Для такой векторной случайной последовательности каноническое разложение имеет вид:

$$X_h(i)=M\left[X_h(i)\right]+\sum_{\nu=1}^{i}\sum_{\lambda=1}^{5}V_\nu^{(\lambda)}\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i),\ i=\overline{1,12},\ h=\overline{1,5}, \quad (1)$$

где $X_1(i),\ i=\overline{1,12}$ - валовая прибыль;
$X_2(i),\ i=\overline{1,12}$ - валовая продукция;
$X_3(i),\ i=\overline{1,12}$ - земельные ресурсы;
$X_4(i),\ i=\overline{1,12}$ - трудовые ресурсы;
$X_5(i),\ i=\overline{1,12}$ - основные средства.

Элементами канонического разложения являются случайные коэффициенты $V_\nu^{(\lambda)},\ \nu=\overline{1,12},\ \lambda=\overline{1,5}$ и неслучайные координатные функции $\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i),\ \nu=\overline{1,12},\ \lambda=\overline{1,5}$, $h=\overline{1,12},\ i=\overline{1,5}$:

$$\begin{aligned} V_\nu^{(\lambda)}=X_\lambda(\nu)-M\left[X_\lambda(\nu)\right]-\sum_{\mu=1}^{\nu-1}\sum_{j=1}^{H}V_\mu^{(j)}\varphi_{\lambda\mu}^{(j)}(\nu)-\\ -\sum_{j=1}^{\lambda-1}V_\nu^{(j)}\varphi_{\lambda\nu}^{(j)}(\nu),\nu=\overline{1,12}; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} D_\lambda(\nu)=M\left[\left\{V_\nu^{(\lambda)}\right\}^2\right]=M\left[\left\{X_\lambda(\nu)\right\}^2\right]-M^2\left[X_\lambda(\nu)\right]-\\ -\sum_{\mu=1}^{\nu-1}\sum_{j=1}^{H}D_j(\mu)\left\{\varphi_{\lambda\mu}^{(j)}(\nu)\right\}^2-\sum_{j=1}^{\lambda-1}D_j(\nu)\left\{\varphi_{\lambda\nu}^{(j)}(\nu)\right\}^2,\ \nu=\overline{1,12}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i)=\frac{M\left[V_\nu^{(\lambda)}\left(X_h(i)-M[X_h(i)]\right)\right]}{M\left[\left\{V_\nu^{(\lambda)}\right\}^2\right]}=\\ =\frac{1}{D_\lambda(\nu)}(M\left[X_\lambda(\nu)X_h(i)\right]-\\ -M\left[X_\lambda(\nu)\right]M\left[X_h(i)\right]-\sum_{\mu=1}^{\nu-1}\sum_{j=1}^{H}D_j(\mu)\varphi_{\lambda\mu}^{(j)}(\nu)\varphi_{h\mu}^{(j)}(i)-\\ -\sum_{j=1}^{\lambda-1}D_j(\nu)\varphi_{\lambda\nu}^{(j)}(\nu)\varphi_{h\nu}^{(j)}(i),\ \lambda=\overline{1,5},\nu=\overline{1,i}. \end{aligned} \quad (4)$$

Координатные функции $\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i),h,\lambda=\overline{1,5},\ \nu,i=\overline{1,12}$ обладают следующими свойствами:

$$\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i)=\begin{cases}1, & h=\lambda \ \ \& \ \ \nu=i;\\ 0, & i<\nu \text{ или } h<\lambda\,\&\,\nu=i.\end{cases} \quad (5)$$

Алгоритм экстраполяции на основе канонического разложения имеет вид [10,11]:

$$m_h^{(\mu,l)}(i)=\begin{cases} M[X_h(i)],\mu=0,\\ m_h^{(\mu,l-1)}(i)+\left[x_l(\mu)-m_l^{(\mu,l-1)}(\mu)\right]\varphi_{h\mu}^{(l)}(i),l\neq 1,\\ m_h^{(\mu,5)}(i)+\left[x_1(\mu)-m_1^{(\mu-1,5)}(\mu)\right]\varphi_{h\mu}^{(1)}(i),l=1, \end{cases} \quad (6)$$

где

$$m_h^{(\mu,l)}(i)=M\left[X_h(i)/x_\lambda(\nu),\ \lambda=\overline{1,5},\ \nu=\overline{1,\mu-1};\ x_j(\mu),j=1,l\right],$$
$$h=\overline{1,5},i=\overline{k,12}$$

- линейная оптимальная по критерию минимума среднего квадрата ошибки прогноза оценка будущих значений исследуемой последовательности при условии, что известны значения $x_\lambda(\nu)$, $\lambda=\overline{1,5}$, $\nu=\overline{1,\mu-1}$; $x_j(\mu)$, $j=\overline{1,l}$.

Как следует из (4), значения $\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i), h, \lambda=\overline{1,5}, \nu, i=\overline{1,12}$ определяются через авто- и взаимно корреляционные функции исследуемой векторной случайной последовательности.

В табл. 1-5 представлены значения автокорреляционных функций

$$M\left[\overset{\circ}{X}_h(\nu)\overset{\circ}{X}_h(i)\right],\ \nu=\overline{1,12},\ i=\overline{1,12},\ h=\overline{1,5}$$

для каждой из пяти составляющих $X_h(i)$, $h=\overline{1,5}$, $i=\overline{1,12}$.

Для периода 2001-2011г. значения автокорреляционных функций $M\left[\overset{\circ}{X}_h(\nu)\overset{\circ}{X}_h(i)\right]$, $\nu=\overline{1,11}$, $i=\overline{1,11}$, $h=\overline{1,5}$ вычислены путем обработки статистических данных (показатели деятельности сельскохозяйственных предприятий Николаевской области 2001-2011г.). Для 2012 года $M\left[\overset{\circ}{X}_h(\nu)\overset{\circ}{X}_h(12)\right]$, $\nu=\overline{1,11}$, $h=\overline{1,5}$ определены на основе детерминированных моделей:

Таблица 1

Автокорреляционная функция случайной составляющей $X_1(i)$, $i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1,000	0,993	0,708	0,425	0,795	0,744	0,495	0,725	0,639	0,467	0,554	0,432
2002	0,993	1,000	0,727	0,425	0,748	0,740	0,529	0,703	0,642	0,480	0,596	0,465
2003	0,708	0,727	1,000	0,572	0,674	0,588	0,701	0,692	0,708	0,660	0,786	0,607
2004	0,425	0,425	0,572	1,000	0,386	0,360	0,455	0,217	0,414	0,363	0,191	0,183
2005	0,795	0,748	0,674	0,386	1,000	0,815	0,551	0,917	0,807	0,721	0,530	0,417
2006	0,744	0,740	0,588	0,360	0,815	1,000	0,722	0,732	0,921	0,814	0,518	0,447
2007	0,495	0,529	0,701	0,455	0,551	0,722	1,000	0,518	0,745	0,735	0,493	0,418
2008	0,725	0,703	0,692	0,217	0,917	0,732	0,518	1,000	0,771	0,802	0,748	0,553
2009	0,639	0,642	0,708	0,414	0,807	0,921	0,745	0,771	1,000	0,917	0,605	0,599
2010	0,467	0,480	0,660	0,363	0,721	0,814	0,735	0,802	0,917	1,000	0,719	0,463
2011	0,554	0,596	0,786	0,191	0,530	0,518	0,493	0,748	0,605	0,719	1,000	0,719
2012	0,432	0,465	0,607	0,183	0,417	0,447	0,418	0,553	0,599	0,463	0,719	1,000

Таблица 2

Автокорреляционная функция случайной составляющей $X_2(i)$, $i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1,000	0,986	0,864	0,940	0,958	0,858	0,751	0,767	0,734	0,714	0,599	0,555
2002	0,986	1,000	0,861	0,931	0,930	0,836	0,739	0,737	0,723	0,682	0,564	0,525
2003	0,864	0,861	1,000	0,912	0,843	0,916	0,863	0,886	0,852	0,825	0,794	0,739
2004	0,940	0,931	0,912	1,000	0,935	0,938	0,860	0,891	0,771	0,804	0,756	0,696
2005	0,958	0,930	0,843	0,935	1,000	0,914	0,846	0,842	0,783	0,795	0,721	0,667
2006	0,858	0,836	0,916	0,938	0,914	1,000	0,973	0,973	0,910	0,910	0,892	0,828
2007	0,751	0,739	0,863	0,860	0,846	0,973	1,000	0,980	0,909	0,934	0,950	0,881
2008	0,767	0,737	0,886	0,891	0,842	0,973	0,980	1,000	0,883	0,952	0,965	0,891
2009	0,734	0,723	0,852	0,771	0,783	0,910	0,909	0,883	1,000	0,925	0,844	0,861
2010	0,714	0,682	0,825	0,804	0,795	0,910	0,934	0,952	0,925	1,000	0,951	0,869
2011	0,599	0,564	0,794	0,756	0,721	0,892	0,950	0,965	0,844	0,951	1,000	0,951
2012	0,555	0,525	0,739	0,696	0,667	0,828	0,881	0,891	0,861	0,869	0,951	1,000

Таблица 3

Автокорреляционная функция случайной составляющей $X_3(i)$, $i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1,000	0,999	0,980	0,695	0,830	0,812	0,851	0,813	0,788	0,688	0,671	0,660
2002	0,999	1,000	0,980	0,697	0,830	0,812	0,850	0,813	0,787	0,688	0,671	0,659
2003	0,980	0,980	1,000	0,707	0,881	0,873	0,912	0,879	0,852	0,778	0,765	0,753
2004	0,695	0,697	0,707	1,000	0,856	0,851	0,701	0,657	0,528	0,456	0,443	0,434
2005	0,830	0,830	0,881	0,856	1,000	0,996	0,962	0,936	0,854	0,804	0,803	0,790
2006	0,812	0,812	0,873	0,851	0,996	1,000	0,965	0,945	0,865	0,821	0,821	0,808
2007	0,851	0,850	0,912	0,701	0,962	0,965	1,000	0,991	0,952	0,913	0,914	0,900
2008	0,813	0,813	0,879	0,657	0,936	0,945	0,991	1,000	0,980	0,951	0,953	0,939
2009	0,788	0,787	0,852	0,528	0,854	0,865	0,952	0,980	1,000	0,979	0,979	0,981
2010	0,688	0,688	0,778	0,456	0,804	0,821	0,913	0,951	0,979	1,000	0,997	0,997
2011	0,671	0,671	0,765	0,443	0,803	0,821	0,914	0,953	0,979	0,997	1,000	0,997
2012	0,660	0,659	0,753	0,434	0,790	0,808	0,900	0,939	0,981	0,997	0,997	1,000

Таблица 4

Автокорреляционная функция случайной составляющей $X_4(i),\ i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1,000	0,999	0,951	0,862	0,597	0,609	0,539	0,534	0,406	0,480	0,478	0,480
2002	0,999	1,000	0,951	0,864	0,600	0,612	0,542	0,535	0,405	0,479	0,477	0,478
2003	0,951	0,951	1,000	0,817	0,592	0,657	0,687	0,586	0,515	0,537	0,543	0,545
2004	0,862	0,864	0,817	1,000	0,904	0,876	0,750	0,837	0,674	0,760	0,753	0,756
2005	0,597	0,600	0,592	0,904	1,000	0,976	0,849	0,955	0,823	0,894	0,888	0,891
2006	0,609	0,612	0,657	0,876	0,976	1,000	0,935	0,969	0,874	0,927	0,930	0,933
2007	0,539	0,542	0,687	0,750	0,849	0,935	1,000	0,918	0,902	0,892	0,902	0,905
2008	0,534	0,535	0,586	0,837	0,955	0,969	0,918	1,000	0,949	0,973	0,972	0,976
2009	0,406	0,405	0,515	0,674	0,823	0,874	0,902	0,949	1,000	0,968	0,967	0,966
2010	0,480	0,479	0,537	0,760	0,894	0,927	0,892	0,973	0,968	1,000	0,996	0,995
2011	0,478	0,477	0,543	0,753	0,888	0,930	0,902	0,972	0,967	0,996	1,000	0,996
2012	0,480	0,478	0,545	0,756	0,891	0,933	0,905	0,976	0,966	0,995	0,996	1,000

Таблица 5

Автокорреляционная функция случайной составляющей $X_5(i),\ i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1,000	0,999	0,951	0,862	0,597	0,609	0,539	0,534	0,406	0,480	0,478	0,480
2002	0,999	1,000	0,951	0,864	0,600	0,612	0,542	0,535	0,405	0,479	0,477	0,478
2003	0,951	0,951	1,000	0,817	0,592	0,657	0,687	0,586	0,515	0,537	0,543	0,545
2004	0,862	0,864	0,817	1,000	0,904	0,876	0,750	0,837	0,674	0,760	0,753	0,756
2005	0,597	0,600	0,592	0,904	1,000	0,976	0,849	0,955	0,823	0,894	0,888	0,891
2006	0,609	0,612	0,657	0,876	0,976	1,000	0,935	0,969	0,874	0,927	0,930	0,933
2007	0,539	0,542	0,687	0,750	0,849	0,935	1,000	0,918	0,902	0,892	0,902	0,905
2008	0,534	0,535	0,586	0,837	0,955	0,969	0,918	1,000	0,949	0,973	0,972	0,976
2009	0,406	0,405	0,515	0,674	0,823	0,874	0,902	0,949	1,000	0,968	0,967	0,966
2010	0,480	0,479	0,537	0,760	0,894	0,927	0,892	0,973	0,968	1,000	0,996	0,995
2011	0,478	0,477	0,543	0,753	0,888	0,930	0,902	0,972	0,967	0,996	1,000	0,996
2012	0,480	0,478	0,545	0,756	0,891	0,933	0,905	0,976	0,966	0,995	0,996	1,000

$$\begin{aligned}&M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(12)\right]=\\&=0{,}718M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(11)\right]-0{,}053M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(10)\right]+\\&+0{,}2128M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(9)\right]-0{,}105M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(8)\right],\ \nu=\overline{1,11},\end{aligned}\tag{7}$$

$$\begin{aligned}&M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(12)\right]=\\&=1{,}435M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(11)\right]-0{,}01M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(10)\right]+\\&+0{,}082M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(9)\right]-0{,}011M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(8)\right]-0{,}485,\nu=\overline{1,11},\end{aligned}\tag{8}$$

$$\begin{aligned}&M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(12)\right]=\\&=0{,}997M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(11)\right]-0{,}002M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(10)\right]+\\&+0{,}002M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(9)\right]-0{,}015M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(8)\right],\ \nu=\overline{1,11},\end{aligned}\tag{9}$$

$$\begin{aligned}&M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(12)\right]=\\&=0{,}995M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(11)\right]+0{,}003M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(10)\right]+\\&-0{,}001M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(9)\right]-0{,}002M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(8)\right],\ \nu=\overline{1,11},\end{aligned}\tag{10}$$

$$\begin{aligned}&M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(12)\right]=\\&=0{,}786M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(11)\right]-0{,}056M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(10)\right]+\\&-0{,}017M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(9)\right]+0{,}059M\left[\overset{o}{X}_1(\nu)\overset{o}{X}_1(8)\right],\ \nu=\overline{1,11},\end{aligned}\tag{11}$$

Параметры уравнений (7)-(11) удовлетворяют минимуму средней погрешности приближения (относительная погрешность прогноза не превышает 1%).

В табл. 6-10 представлены соответствующие автокорреляционным функциям $M\left[\overset{o}{X}_h(\nu)\overset{o}{X}_h(i)\right],\ \nu=\overline{1,12},\ i=\overline{1,12},\ h=\overline{1,5}$ координатные функции $\varphi_{h\nu}^{(h)}(i), h=\overline{1,5},\ \nu,i=\overline{1,12}$, определяющие степень влияния прошлых значений валовой прибыли, валовой продукции, земельных ресурсов, трудовых ресурсов, основные средств на будущие значения.

Дополнительно к табл. 6-10 в модели (6) используются значения $\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i), h,\lambda=\overline{1,5},\ h\neq\lambda,\ \nu,i=\overline{1,12}$, которые позволяют учесть взаимные стохастические связи между составляющими $X_h(i),\ h=\overline{1,5}$ (например, влияние земельных ресурсов на валовую прибыль, трудовых ресурсов на валовую продукцию и т. д.).

Будущие значения математического ожидания исследуемой векторной случайной последовательности $\{X\}$ оцениваются с использованием детерминированной модели

$$M\left[X_h(12)\right]=2{,}392M\left[X_h(11)\right]-1{,}923M\left[X_h(10)\right]+ \\ +1{,}087M\left[X_h(9)\right]-0{,}105M\left[X_h(8)\right],\ h=\overline{1,5}, \tag{12}$$

Параметры уравнения (12), также как и в (7)-(11), определены из условия минимума средней ошибки приближения. Для сельскохозяйственных предприятий Николаевской области, относящихся интенсивному типу развития, $M\left[X_1(12)\right]=4276{,}9$, $M\left[X_2(12)\right]=12844{,}5$.

Всего в алгоритме прогноза (6) используется 55 входных значений $x_h(i), h=\overline{1,5},\ i=\overline{1,11}$ и 1775 не равных нулю весовых коэффициентов $\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i), h, \lambda=\overline{1,5},\ \nu, i=\overline{1,12}$.

Для повышения эффективности вычислительных процессов при прогнозировании экстраполятором (6) целесообразно использовать информационную технологию, которая основывается на реализации следующего алгоритма:

Таблица 6

Значения координатной функции $\varphi_{1\nu}^{(1)}(i),\ \nu, i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1	0,89	0,54	0,55	0,62	0,43	0,45	0,89	0,858	0,90	2,36	2,65
2002	0	1	2,25	-1,46	-2,40	0,27	5,47	-2,71	3,55	1,83	2,85	4,70
2003	0	0	1	5,09	1,17	-1,53	-0,03	-2,77	-0,23	-5,52	2,34	5,07
2004	0	0	0	1	0,17	0,26	0,94	0,18	0,77	1,05	-0,57	-1,17
2005	0	0	0	0	1	0,48	1,27	1,06	1,05	2,01	-2,37	0,69
2006	0	0	0	0	0	1	-1,81	0,74	3,53	0,37	9,31	2,86
2007	0	0	0	0	0	0	1	-0,68	1,44	3,18	-6,74	-3,39
2008	0	0	0	0	0	0	0	1	1,29	2,21	-3,30	0,93
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3,88	0,19	-8,44
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,99	-4,96
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,50
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблица 7

Значения координатной функции $\varphi_{2\nu}^{(2)}(i),\ \nu, i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1	1,11	2,08	1,21	1,38	2,13	2,74	3,09	4,47	5,49	7,24	8,96
2002	0	1	0,22	-0,14	-0,34	-2,21	-2,07	-4,00	-5,41	-7,74	-9,42	-10,50
2003	0	0	1	1,70	-3,09	7,08	14,86	2,57	9,34	30,63	0,71	25,50
2004	0	0	0	1	1,54	2,54	3,05	-0,74	0,60	-0,54	4,18	0,87
2005	0	0	0	0	1	2,50	2,46	-0,71	-0,03	-1,36	3,02	0,77
2006	0	0	0	0	0	1	-1,55	0,44	-0,08	-5,33	-6,71	-5,11
2007	0	0	0	0	0	0	1	0,82	-0,10	-1,29	-1,56	-0,88
2008	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,60	-0,29	0,32	2,04
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-5,08	-25,06	51,24
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-3,93	2,15
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,09
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблица 8

Значения координатной функции $\varphi_{3\nu}^{(3)}(i),\ \nu, i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1	0,99	0,82	0,47	0,65	0,56	0,66	0,52	0,48	0,47	0,43	0,43
2002	0	1	32,52	97,96	25,19	40,03	6,37	-5,21	-27,56	-7,55	-10,53	-10,53
2003	0	0	1	0,27	-3,18	1,12	-5,11	3,35	-1,72	0,09	-5,06	-5,06
2004	0	0	0	1	0,38	0,85	0,10	0,82	0,26	0,34	0,08	0,08
2005	0	0	0	0	1	-8,14	-4,64	-13,5	-6,88	-18,76	-13,93	-13,93
2006	0	0	0	0	0	1	0,37	2,35	2,57	1,44	3,51	3,51
2007	0	0	0	0	0	0	1	0,05	-0,74	-1,10	-0,23	-0,23
2008	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,32	2,85	0,54	0,54
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,13	0,00	0,00
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,94	-0,94
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,99
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблица 9

Значения координатной функции $\varphi_{4\nu}^{(4)}(i)$, $\nu, i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1	0,98	1,06	0,24	-0,06	-0,01	0,08	-0,07	-0,06	-0,11	-0,11	-0,11
2002	0	1	-2,06	-0,70	-3,58	-5,49	-4,84	-4,37	-6,64	-4,20	-5,86	-5,86
2003	0	0	1	0,17	-0,03	0,24	0,20	0,23	0,15	-0,12	0,59	0,59
2004	0	0	0	1	-0,25	1,38	1,07	1,06	1,42	0,81	1,12	1,12
2005	0	0	0	0	1	1,32	1,06	0,02	0,64	0,14	0,68	0,68
2006	0	0	0	0	0	1	0,92	-0,07	0,58	-0,08	0,56	0,56
2007	0	0	0	0	0	0	1	0,04	0,35	0,33	0,74	0,74
2008	0	0	0	0	0	0	0	1	0,39	0,77	0,26	0,26
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,04	-0,83	-0,83
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11	0,11
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,99
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблица 10

Значения координатной функции $\varphi_{5\nu}^{(5)}(i)$, $\nu, i=\overline{1,12}$

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001	1	1,19	0,82	0,58	0,46	0,38	0,64	0,43	0,38	0,40	0,41	0,37
2002	0	1	-7,20	3,36	-3,73	-4,71	-2,98	-3,54	-3,60	-2,20	3,13	-5,48
2003	0	0	1	0,24	0,33	0,24	0,91	1,34	0,84	0,21	0,21	0,78
2004	0	0	0	1	0,34	0,52	0,87	0,55	0,23	0,35	0,97	0,80
2005	0	0	0	0	1	-0,60	20,69	11,60	17,51	4,75	17,68	29,05
2006	0	0	0	0	0	1	0,85	1,46	1,41	0,59	1,37	2,34
2007	0	0	0	0	0	0	1	1,81	0,37	0,59	-0,66	-2,47
2008	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,17	0,57	0,41	-2,63
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1,58	-2,43	-2,57
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,12	1,17
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,77
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Шаг 1. Для фиксированной точки t_ν (первоначально $\nu=1$) определяются дисперсии $D_\lambda(\nu)$ (первоначально $\lambda=1$) случайных коэффициентов $V_\nu^{(\lambda)}$ с помощью выражения (3);

Шаг 2. С использованием полученного на предыдущем шаге значения $D_\lambda(\nu)$ вычисляются координатные функции $\varphi_{h\nu}^{(\lambda)}(i)$ для $h=\overline{\lambda,5}$; $i=\overline{\nu,12}$ по формуле (4);

Шаг 3. Проверяется условие $\lambda<5$. При положительном исходе λ увеличивается на единицу $\lambda=\lambda+1$ и осуществляется переход к Шагу 1. В противном случае вычислительный процесс продолжается переходом к следующему Шагу 4.

Шаг 4. Осуществляется проверка $\nu<12$. Если условие выполняется, то значение ν увеличивается на единицу $\nu=\nu+1$, параметру λ присваивается значение один $\lambda=1$ и осуществляется переход к Шагу 1. Невыполнение условия означает, что параметры экстраполятора определены для всех точек дискретизации, в которых рассматривается случайный процесс, и выполняется переход к Шагу 5;

Шаг 5. Уточняется оценка будущего значения исследуемого процесса введением в вычислительный процесс очередного значения $x_l(\mu)$, $l=\overline{1,5}$ (первоначально $\mu=1$). Для $l=1$ применяется третье выражение формулы (6), для $l=\overline{2,5}$ – второе;

Шаг 6. Проверяется, все ли значения использованы для прогноза: $\mu=11$. Если условие выполняется, то процесс вычислений заканчивается, в противном случае значение μ увеличивается на единицу $\mu=\mu+1$ и осуществляется переход к Шагу 5.

Блок-схема на рис. 1 иллюстрирует работу алгоритма.

Модель (6) дает возможность оценить валовую прибыль $x_1(12)$ и валовую продукцию $x_2(12)$ за 2012 год для некоторого конкретного предприятия на основе данных $x_h(i), h=\overline{1,5}$, $i=\overline{1,11}$ его работы за одиннадцать предыдущих лет. Новые известные результаты функционирования предприятий за 2012г. позволят уточнить характеристики алгоритма (6) и экстраполятор можно использовать для управления предприятием на уровне параметров $x_3(12)$ - земельные ресурсы в 2012г., $x_4(12)$ - трудовые ресурсы в 2012г., $x_5(12)$ - основные средства в 2012г. для достижения требуемого эффекта за 2013г.

Схема функционирования компьютерной системы на основе разработанной информационной технологии представлена на рис. 2

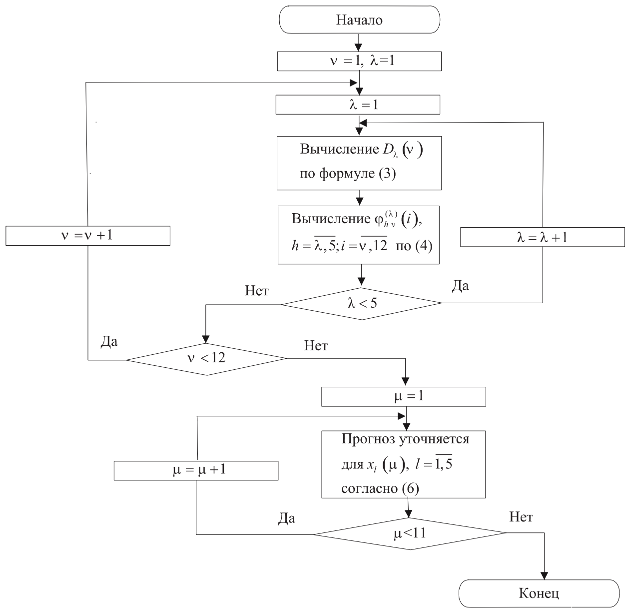

Рис. 1. Блок-схема функционирования алгоритма (6)

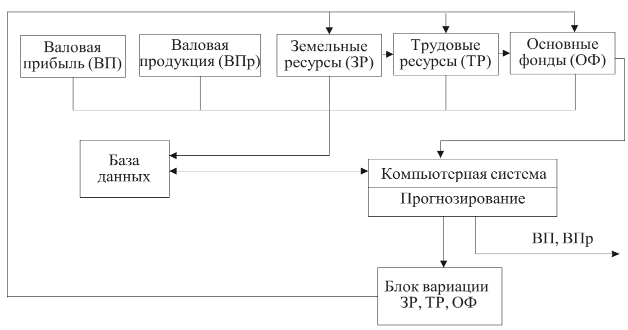

Рис. 2. Компьютерная система для прогнозирования и управления с/х предприятием

4. Выводы

Получен оптимальный алгоритм экстраполяции экономических показателей сельскохозяйственных предприятий, который также как и каноническое разложение, положенное в его основу, не накладывает никаких существенных ограничений на стохастические свойства экономических показателей.

Модель прогноза позволяет оценить результаты функционирования предприятия после его реорганизации (изменение земельных ресурсов, трудовых ресурсов, основных средств).

Предложенная информационная технология может быть реализована и для несельскохозяйственных предприятий с другим набором экономических показателей.

Литература

1. Altman, E.I. Corporate distress diagnosis : comparisons using linear discriminant analysis and neural networks / E.I. Altman, G. Marco, F.Varetto // Journal of Banking & Finance. – 1994. – №18. – pp. 505–529.
2. Altman, E.I. Narayanan P. An international survey of business failure classification models / E.I. Altman, P. Narayanan // Financial Markets, Institutions and Instruments. – 1997. –Vol. 6, №2. – pp. 81–130.
3. Granger, C. W. J. Forecasting economic time series / C. W. J. Granger, P. Newbold. – San Francisco: Academic Press, 1986. – 114 p.
4. Трифонов, Ю.В. Выбор эффективных решений в экономике в условиях неопределенности / Ю.В. Трифонов, А.Ф. Плеханова, Ф.Ф. Юрлов. – Нижний Новгород: Издательство ННГУ, 1998. – 140 с.
5. Рябушкин, Б.Т. Применение статистических методов в экономическом анализе и прогнозировании / Б.Т. Рябушкин. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 175 с.
6. Тейл, Г. Экономические прогнозы и принятия решений / Г. Тейл. – М.: Статистика, 1971. – 488 с.
7. Пугачев, В.С. Теория случайных функций и ее применение. / В.С. Пугачев. – М.:Физматгиз, 1962. – 720 с.
8. Кудрицкий, В.Д. Фильтрация, экстраполяция и распознавание реализаций случайных функций / Кудрицкий В.Д. – К.:ФАДА, ЛТД, 2001. – 176 с.
9. Сіренко, Н.М. Управління стратегією інноваційного розвитку аграрного сектора економіки України / Н.М. Сіренко. – Миколаїв, 2010. – 416 с.
10. Атаманюк, И.П. Алгоритм экстраполяции нелинейного случайного процесса на базе его канонического разложения / И.П. Атаманюк. //Кибернетика и системный анализ. – 2005. - №2. – С. 131-138.
11. Atamanyuk, I.P. The algorithm of optimal polynomial extrapolation of random processes / I.P.Atamanyuk, V.Y.Kondratenko, O.V. Kozlov, Y.P. Kondratenko // Lecture Notes in Business Information Processing, 2012. – 115 LNBIP. – pp. 78-87.

Abstract

Nowadays there are a lot of stochastic solutions of the problem of extrapolation of economic indicators. However, existing forecasting models were obtained under certain assumptions about the nature of changes of economic indicators. That greatly limits the accuracy of the solution. On the basis of the mechanism of canonical expansions we generated the forecasting algorithm, which does not restrict any random sequence of changes of economic indicators (Markov property, stationarity, monotonicity, scalarity, etc.). The only requirement of the method of canonical expansions of random sequences is a finiteness of the variance, which is usually performed for real sequences. The algorithm allows to predict the results of the company activity and to manage its development at the level of land resources, workforce, and fixed assets. The article presents a block diagram of the operation of the forecasting algorithm and the general scheme of computer system based on the proposed information technology. The information technology can be adapted to other control parameters, and used by non-agricultural enterprises

Keywords: *random sequences, canonical expansions, extrapolation algorithm*