

существующих к настоящему времени подходов и методов предпрогнозного анализа и прогнозирования можно найти в [1].

В данной работе авторами осуществляется фрактальный анализ двух временных рядов, соответственно ВР «всего налоговых поступлений» и ВР «выпуск продукции и услуг». Введем обозначения: ВР 1 – временной ряд (ВР) «Всего налоговых поступлений» ( $Z^1 = (z^1_i), i=1,2,\dots,n$ ),

ВР 2 – ВР «Выпуск продукции и услуг» ( $Z^2 = (z^2_i), i=1,2,\dots,n$ ), где  $n = 84$  – количество помесечных наблюдений.

Реальное моделирование таких рядов потребовало использования и развития новых инструментальных и математических подходов, в частности, метода фрактального анализа, базирующегося на алгоритме R/S – анализа [2] временных рядов.

Одной из основных фрактальных характеристик ВР является цвет шума [3], который соответствует этому ряду на том или другом временном отрезке. Значения  $H > 2/3$  определяют собой черный цвет шума. Чем больше значение  $H \in [2/3, 1]$ , тем большая трендоустойчивость присуща соответствующему отрезку ВР. Значения  $H$  в окрестности  $\sim 0,5 \pm 0,1$  определяют собой область белого шума, который соответствует "хаотичному поведению ВР" и, следовательно, наименьшей надежности прогноза. Значения  $H$  в окрестности  $\sim 0,3 \pm 0,1$  определяют собой пребывание соответствующего отрезка ВР в области розового шума. Розовый шум говорит о свойстве антиперсистентности [2] в случае, который означает, что ВР реверсирует чаще, чем ряд случайный. Рассматриваемым в настоящей работе ВР, за редким исключением, присущи черный и белый шумы, а также, не строго говоря, "серый шум", соответствующий области нечеткого разграничения между областями черного и белого шумов.

Смена тренда R/S-траектории в точке  $t = 9$ , сопровождаемая уходом H-траектории в зону белого шума, позволяет оценить числом 9 глубину памяти о начале рассматриваемого ряда.

Удаляя из ВР 1 последовательность из  $k$  наблюдений,  $k = 1, 2, \dots, m < n$ , с помощью алгоритма R/S – анализа получаем оценку глубины памяти о начале ряда для ВР, начинающихся с рассматриваемого наблюдения. Для последовательности множества всех значений этой глубины строим эмпирическое распределение, которое служит базой для представления глубины памяти рассматриваемого ВР в целом в виде нечеткого множества (НМ)  $L(Z) = \{(l, \mu(l))\}$ , где  $\mu(l)$  – значение функции принадлежности для глубины памяти, равной числу  $l$ ,  $Z \in \{Z^1, Z^2\}$ .

Важнейший вывод, вытекающий из установленного факта наличия долговременной памяти во временных рядах налоговых поступлений состоит в том, что появляются основания для разработки системы среднесрочного прогноза этих показателей. Объем памяти используемого для прогнозирования клеточного автомата и, в конечном счете, трудоемкость вычислительной схемы прогнозирования существенным

образом зависят от глубины памяти прогнозируемых ВР.

Выводы, вытекающие из результатов выполненных расчетов, состоят в следующем. Глубина памяти конкретного ВР не является фиксированным числом, а ее величина меняется вдоль рассматриваемого ВР. Для ВР 1 численное значение глубины памяти колеблется в отрезке натуральных чисел 4, 5, ..., 13, для ВР 2 – 4, 5, ..., 16. Выявленное свойство наличия долговременной памяти рассматриваемых ВР дает весомые основания для прогнозирования этих ВР, используя клеточно-автоматную прогнозную модель [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 1056 с.
2. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
3. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.
4. Перепелица В.А., Тебуева Ф. Б., Темирова Л. Г., Касаева М. Д. Прогнозная модель урожайности на базе клеточных автоматов и нечетких множеств / Труды III международной конференции «Новые технологии в управлении, бизнесе и праве», г. Невинномысск: ИУБП, 2004. – С. 163-167.

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ФИНАНСОВО – – ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Гуров Д.О.

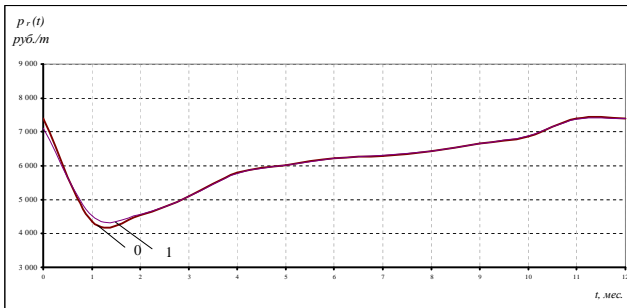
*Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева, кафедра экономики, Самара*

Рассматриваются вопросы поиска оптимальных режимов управления финансово-хозяйственной деятельностью (ФХД) сложных экономических систем с ярко выраженными сезонными колебаниями основных моделируемых параметров – цен на основное сырье и материалы, готовую продукцию, объемы сбыта, и т.д. на примере маслоэкстракционного завода (МЭЗ) с применением нелинейной оптимизационной математической модели ФХД предприятия [1].

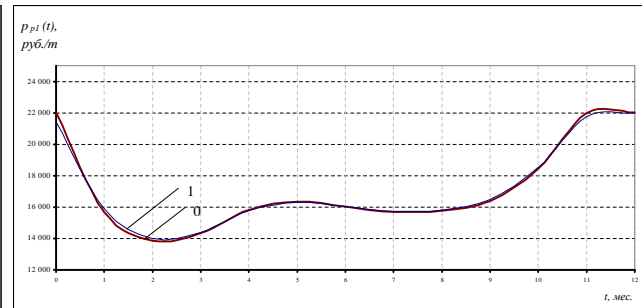
Базовые элементы математической модели МЭЗ [1]:  $V_{sr1}^{in} = V_{sr}^{in}(t)$  – функция поставок маслосемян подсолнечника;  $p_{r1} = p_r(t)$  – функция среднерыночной цены маслосемян подсолнечника;  $p_{p1} = p_{p1}(t)$  – функция цены продаж подсолнечного масла;  $p_{p2} = p_{p2}(t)$  – функция цены продаж подсолнечного шрота;  $V_{sp1}^{out} = V_{sp1}^{out}(t)$  – функция продаж подсолнечного масла;  $V_{sp2}^{out} = V_{sp2}^{out}(t)$  – функция продаж подсолнечного шрота. Интервал управления – сельскохозяйственный год по маслосемянам подсолнечника (начало года – август). На рис.1-4 представлены графики

заданных функций математической модели (рис.→0) вместе с аппроксимирующими их разложениями (рис.→1), ограниченными первыми 20-тью суммовы-

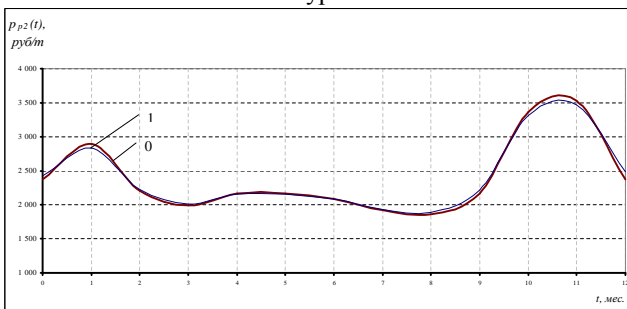
ми членами (погрешность аппроксимации  $e \leq 0,05$ ) [2].



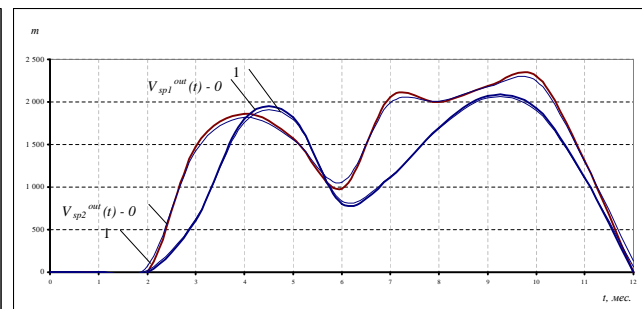
**Рисунок 1.** Функция среднерыночной цены маслосемян подсолнечника  $p_r(t)$  и ее аппроксимация рядом Фурье



**Рисунок 2.** Функция цены продаж подсолнечного масла  $p_{p1}(t)$  и ее аппроксимация рядом Фурье



**Рисунок 3.** Функция цены продаж подсолнечного шрота  $p_{p2}(t)$  и ее аппроксимация рядом Фурье



**Рисунок 4.** Функции продажи подсолнечного масла  $V_{sp1}^{out}(t)$ , шрота  $V_{sp2}^{out}(t)$  и их аппроксимация рядом Фурье

Начальные условия моделирования [1]:  $V_{p1}^{\max} = 1750$  т/мес.;  $V_{p2}^{\max} = 1439$ т/мес.;  $n_{11}^r = n_1^r = 1,3259$ ;  $n_{12}^r = n_2^r = 1,0902$ ;  $V_{sr}^{\min} = V_{sp1}^{\min} = V_{sp2}^{\min} = 0$  т;  $V_{sr0} = V_{sp10} = V_{sp20} = 0$  т;  $V_{sr}^{\max} = 40\,000$  т;  $V_{sp1}^{\max} = 1750$  т.;  $V_{sp2}^{\max} = 1450$  т;  $S_{c0} = 1\,700\,000$ руб./мес.;  $k_{sr} = 30$  руб./((т·мес.);  $k_{sp1} = 20$  руб./((т·мес.);  $k_{sp2} = 30$  руб./((т·мес.);  $A = 431\,250$  руб./мес.;  $\Delta t_s = \Delta t_r = 0,5$  мес.;  $\Delta t_p = \Delta t_c = 1,3$  мес.;  $k_{wr} = k_{wp1} = k_{wp2} = 10\%$ ;  $k_{wc} = 18\%$ ;  $k_I = 24\%$ ;  $N(t) = 0$ .

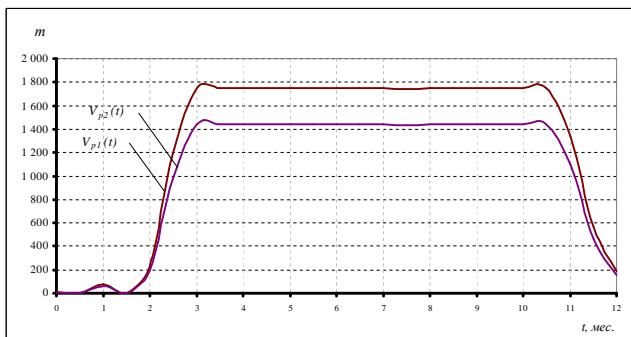
Проведенные эксперименты численного моделирования показали:

1) для обеспечения сходимости получаемых в форме [2;(6)] приближений к оптимальным функциям управления [1;(1),(2)–(5)] в разложениях [2;(6)] достаточно удерживать только четные члены ряда Фурье

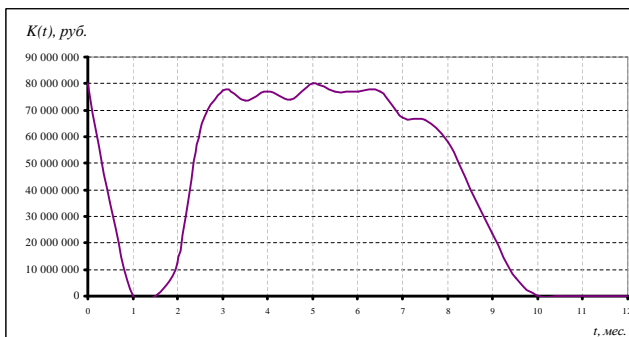
( $a_{nj}^{(2)} = 0$ ,  $b_n^{(2)} = 0$ ,  $c_n^{(2)} = 0$ ) при шаге отслеживания состояния базовых элементов модели  $\Delta t_M \leq 0,5$  мес.;

2) приемлемая точность получаемого решения задачи оптимального управления [1;(1),(2)–(5)] в разложениях для оптимизируемых функций управления [2;(6)] достигается удержанием не менее 20-ти суммовых членов ряда Фурье при четных гармониках  $a_{nj}^{(1)}$ ,  $b_n^{(1)}$ ,  $c_n^{(1)}$  соответственно.

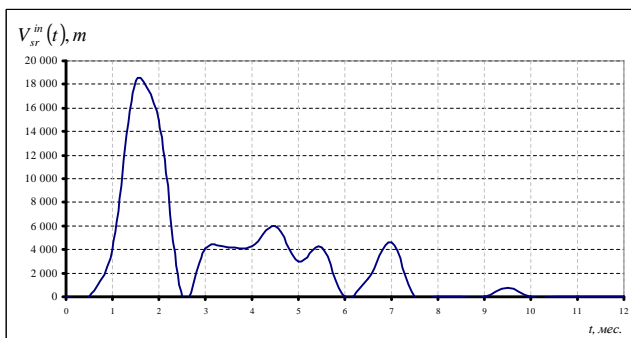
На рис.5-12 представлены графики разложений [2;(6)], аппроксимирующих оптимальные функции управления – выпуска готовой продукции  $V_{pj}(t)$ , закупки сырья  $V_{sr}^{in}(t)$  и кредитования  $K(t)$ , а также функции состояния базовых элементов математической модели ФХД МЭЗ [1] для варианта сочетания собственного и заемного капитала моделируемого предприятия в начале интервала управления:  $B_0 = 20\,000\,000$  руб.,  $K_0 = 80\,000\,000$  руб.



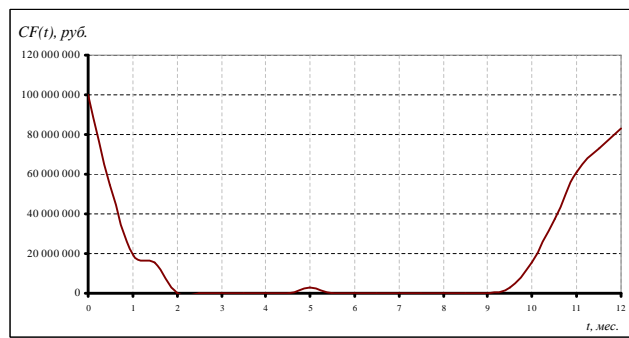
**Рисунок 5.** Оптимальная функция выпуска подсолнечного масла  $V_{p1}(t)$  и шрота  $V_{p2}(t)$



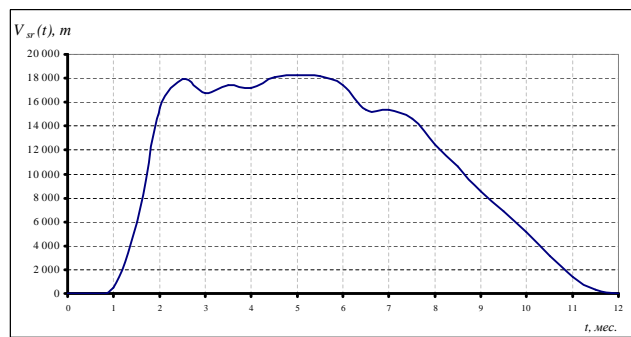
**Рисунок 6.** Оптимальная функция кредитования  $K(t)$



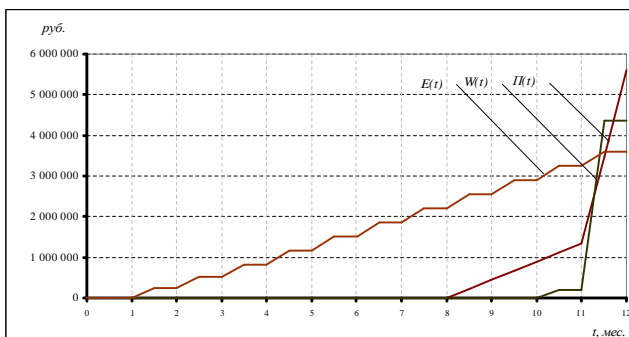
**Рисунок 7.** Оптимальная функция поставок маслосемян подсолнечника  $V_{sr}^{in}(t)$



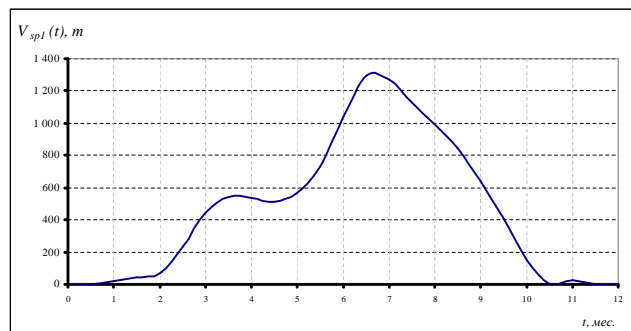
**Рисунок 8.** Функция платежного баланса предприятия  $CF(t)$



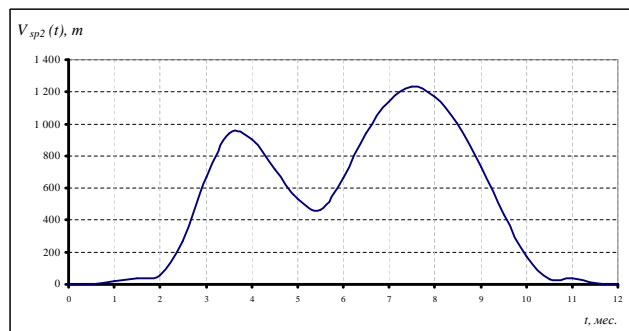
**Рисунок 9.** Функция состояния склада подсолнечного масла  $V_{sp1}(t)$



**Рисунок 10.** Функции ЕСН  $E(t)$ , НДС  $W(t)$  и налога на прибыль  $П(t)$



**Рисунок 11.** Функция состояния склада подсолнечного шрота  $V_{sp2}(t)$



**Рисунок 12.** Функция состояния склада подсолнечного шрота  $V_{sp2}(t)$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуров Д.О. Оптимизационная математическая модель финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Современные сложные системы управления (НТКС'2004): Материалы IV международной конференции. – Тверь: ТГТУ, 2004. – с.243–247.
2. Гуров Д.О. Задача оптимизации финансово-

хозяйственной деятельности предприятия в рядах Фурье. Современные сложные системы управления (НТКС'2004): Материалы IV международной конференции. – Тверь: ТГТУ, 2004. – с.248–252.

3. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.