УДК 51

А.В. Юденков, Е.Ю. Скородулина, А.Э. Адигамов

ОДНОРОДНАЯ ЗАДАЧА РИМАНА ПО СКАЧКУ ДЛЯ БИАНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Проведено исследование задачи Римана для бианалитических функций основанное на теории краевых задач для аналитических функций.

Ключевые слова: бианалитическая функция, однородной задачей Римана по скачку.

A.V. Ydenkov, E.U. Skorodulina, A.E. Adigamov

HOMOGENEOUS RIMAN'S PROBLEM FOR BIANALYTICAL FUNCTIONS

Research of a Riman's problem for bianalytical functions based on the theory of boundary problems for analytical functions is conducted.

Key words: bianalytical functions, Research of a Riman's problem.

Пусть на плоскости комплексного переменного z заданы две концентрические окружности L_1 и L_2 с центром в точке z=0. Будем считать, что $R_1 > R_2$. Обозначим внутренность окружностей L_1 и L_2 через D_1^+, D_2^+, а внешнюю – через D_1^-, D_2^- соответственно.

Рассмотрим кусочно бианалитическую функцию

$$F^{\pm}(z) = \varphi_0^{\pm}(z) + \overline{z}\,\varphi_1^{\pm}(z) \tag{1}$$

Здесь $\varphi_0^+(z), \varphi_1^+(z)$ – функции аналитические в области D_1^+; $\varphi_0^-(z), \varphi_1^-(z)$ – функции аналитические в области D_2^-.

Область $D_1^+ \bigcap D_2^-$ – область общего существования функции $\varphi_k^+(z)$ и $\varphi_k^-(z)$ $(k = 0,1)$.

Рассмотрим следующую задачу.

Требуется найти бианалитическую функцию $F^{\pm}(z)$ по краевому условию

$$\frac{\partial F^+(t_1)}{\partial x} = \frac{\partial F^-(t_1)}{\partial x}, t_1 \in L_1; \qquad \frac{\partial F^+(t_2)}{\partial x} = \frac{\partial F^-(t_2)}{\partial x}, t_2 \in L_2 \tag{2}$$

Учитывая соотношения $\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial \overline{z}}$, краевые условия (2) можно переписать следующим образом

$$\begin{cases} \varphi_0'^+(t_1) + \overline{t_1}\,\varphi_1'^+(t_1) + \varphi_1^+(t_1) = \varphi_0'^-(t_1) + \overline{t_1}\,\varphi_1'^-(t_1) + \varphi_1^-(t_1), & t_1 \in L_1 \\ \varphi_0'^+(t_2) + \overline{t_2}\,\varphi_1'^+(t_2) + \varphi_1^-(t_2) = \varphi_0'^-(t_2) + \overline{t_2}\,\varphi_1'^-(t_2) + \varphi_1^-(t_2), & t_2 \in L_2 \end{cases} \tag{3}$$

Назовём аналогично теории краевых задач для аналитических функций задачу (3) однородной задачей Римана по скачку для бианалитических функций.

Воспользуемся соотношениями $\overline{t_1} = \frac{R_1^2}{t_1}; \overline{t_2} = \frac{R_2^2}{t_2}$.

Получим

$$\begin{cases} \varphi_1'^{+}(t_1)+\dfrac{R_1^2}{t_1}\varphi_1'^{+}(t_1)+\varphi_1^{+}(t_1)=\varphi_0'^{-}(t_1)+\dfrac{R_1^2}{t_1}\varphi_1'^{-}(t_1)+\varphi_1^{-}(t_1) \\ \varphi_1'^{+}(t_2)+\dfrac{R_2^2}{t_2}\varphi_1'^{+}(t_2)+\varphi_1^{-}(t_2)=\varphi_0'^{-}(t_2)+\dfrac{R_2^2}{t_2}\varphi_1'^{-}(t_2)+\varphi_1^{-}(t_2) \end{cases} \tag{4}$$

Краевые условия (4) представляют собой однородные задачи по скачку для кусочно-аналитических функций.

Прежде чем исследовать однородную задачу по скачку на разрешимость рассмотрим поведение функций

$$\varphi_0'^{+}(z)+\frac{R_k^2}{z}\varphi_1'^{+}(z)+\varphi_1^{+}(z) \quad (k=1,2) \tag{*}$$

в точке $z = 0$ и функций

$$\varphi_0'^{-}(z)+\frac{R_k^2}{z}\varphi_1'^{-}(z)+\varphi_1^{-}(z) \tag{**}$$

в точке $z = \infty$.

В первом случае функция (*) имеет особенность в точке в точке $z = 0$. Для устранения особенности полагают, что

$$\varphi_1^{+}(0)=0,\ \varphi_1^{+'}(0)=0 \tag{5}$$

С механической точки зрения ограничения (5) означают, что напряжённое состояние однородного изотропного тела не изменится при равномерном прямолинейном движении.

Таким образом, функция $\varphi_1^{+}(z)$ имеет вид:

$$\varphi_1^{+}(z)=C_2z^2+C_3z^3+\ldots+C_nz^n+\ldots$$

Функции $\dfrac{R_k^2}{z}\varphi_1'^{+}(z)=2R_k^2C_2+3R_k^2C_3z+\ldots+nR_k^2C_nz^{n-1}+\ldots$ не имеют особенностей в точке $z=0$.

Из определения кусочно-бианалитической функции следует, что аналитическая компонента $\varphi_1^{-}(z)$ имеет на бесконечности ноль второго порядка, т.е.

$$\varphi_1^{-}(z)=\frac{a_2}{z^2}+\frac{a_3}{z^3}+\ldots+\frac{a_n}{z^n}+\ldots$$

В свою очередь $\varphi_0'^{-}(z)=-\dfrac{b_1}{z^2}-\dfrac{2b_2}{z^3}-\ldots$

Поэтому функции (**) имеют на бесконечности ноль второго порядка.

Дальнейшее исследование задачи Римана для бианалитических функций будет в основном опираться на теорию краевых задач для аналитических функций. В данной теории полагается, что кусочно-аналитическая функция имеет на бесконечности ноль первого порядка. Чтобы устранить возникшее противоречие удобно исследовать не сами функции (*) и (**), а функции

$$\begin{gathered} \Phi_k^{+}(z)=z\varphi_0'^{+}(z)+R_k^2\varphi_1'^{+}(z)+z\varphi_1^{+}(z), \\ \Phi_k^{-}(z)=z\varphi_0'^{-}(z)+R_k^2\varphi_1'^{-}(z)+z\varphi_1^{-}(z)\ (k=1,2) \end{gathered} \tag{6}$$

В этом случае функции $\Phi_k^{+}(z)$ формально не имеют особенностей в точке $z = 0$, а функции $\Phi_k^{-}(z)$ имеют на бесконечности ноль первого порядка.

Система (4) равносильна в смысле разрешимости системе краевых однородных задач Римана по скачку для кусочно-аналитических функций вида:

$$\Phi_1^+(t_1) = \Phi_1^-(t_1); \Phi_2^+(t_2) = \Phi_2^-(t_2) \tag{7}$$

Как известно, однородная задача Римана по скачку не имеет нетривиальных решений. Поэтому

$$\Phi_k^+(z) \equiv 0; \Phi_k^-(z) \equiv 0, \ (k = 1,2) \tag{8}$$

После несложных преобразований из соотношений (8) и (6) получим:

$$\left(R_1^2 - R_2^2\right)\varphi_1'^+(z) \equiv 0; \left(R_1^2 - R_2^2\right)\varphi_1'^-(z) \equiv 0 \tag{9}$$

Из соотношений (6) и (9) получим:

$$\varphi_1'^+(z) + \varphi_1^+(z) \equiv 0; \varphi_1'^-(z) + \varphi_1^-(z) \equiv 0 \tag{10}$$

Получим $\varphi_1^+(z) = -\varphi_0^{+'}(z) = \varphi_1^+(0) = 0; \varphi_1^-(z) = -\varphi_0^{-'}(z) = \varphi_1^-(\infty) = 0$

Таким образом, справедливо следующее утверждение.

Теорема 1. Однородная задача Римана по скачку для бианалитических функций на двух концентрических окружностях не имеет нетривиальных решений.

Так как краевые задачи для бианалитических функций относятся к нётеровым операторам, то следует ожидать, что неоднородная задача по скачку для бианалитических функций, заданных на двух концентрических окружностях будет однозначно разрешимой. Убедимся в этом предположении и получим решение задачи в замкнутой форме (в квадратурах).

Найти неизвестные аналитические компоненты $\varphi_0^\pm(z), \varphi_1^\pm(z)$ искомой кусочно бианалитической функции по краевым условиям.

$$\begin{aligned} &\varphi_0^{+'}(t_1) + \overline{t_1}\varphi_1^{+'}(t_1) + \varphi_1^+(t_1) = \varphi_0^{-'}(t_1) + \overline{t_1}\varphi_1^{-'}(t_1) + \varphi_1^-(t_1) + g_1(t_1),\ t_1 \in L_1, \\ &\varphi_0^{+'}(t_2) + \overline{t_2}\varphi_1^{+'}(t_2) + \varphi_1^+(t_2) = \varphi_0^{-'}(t_2) + \overline{t_2}\varphi_1^{-'}(t_2) + \varphi_1^-(t_2) + g_2(t_2),\ t_2 \in L_2 \end{aligned} \tag{11}$$

Здесь $g_1(t_1)$ и $g_2(t_2) \in H(L_k)$ $(k = 1,2)$.

Воспользуемся соотношениями $\overline{t_1} = \dfrac{R_1^2}{t_1}, \overline{t_2} = \dfrac{R_2^2}{t_2}$.

Используем функции $\Phi_k^\pm(z)$ $(k = 1,2)$ определяемые по формулам (7.6) получим

$$\Phi_1^+(t_1) = \Phi_1^-(t_1) + t_1 g_1(t_1); \Phi_2^+(t_2) = \Phi_2^-(t_2) + t_2 g_2(t_2) \tag{12}$$

Система (12) представляет собой задачи по скачку для кусочно-аналитических функций. Как известно такие задачи безусловно и однозначно разрешимы. Решения даются формулами:

$$\Phi_1^\pm(z) = \frac{1}{2\pi i}\int_{L_1} \frac{g(\tau_1)\cdot\tau_1\cdot d\tau_1}{\tau_1 - z}; \Phi_2^\pm(z) = \frac{1}{2\pi i}\int_{L_2} \frac{g(\tau_2)\cdot\tau_2\cdot d\tau_2}{\tau_2 - z} \tag{13}$$

Замечание. Значение функций $\Phi_k^+(z)$ получаются по формулам (13) при $z \in D_k^+$, значение функций $\Phi_k^-(z)$ при $z \in D_k^-$.

Значения аналитических компонент найдём по формулам:

$$\varphi_1'^+(z) = \frac{\Phi_1^+(z) - \Phi_2^+(z)}{R_1^2 - R_2^2}; \varphi_1'^-(z) = \frac{\Phi_1^-(z) - \Phi_2^-(z)}{R_1^2 - R_2^2}$$

$$\varphi_0'^+(z) = \frac{1}{z}\left(\Phi_1^+(z) - R_1^2\varphi_1'^+(z) - z\varphi_1^+(z)\right); \varphi_0'^-(z) = \frac{1}{z}\left(\Phi_1^-(z) - R_1^2\varphi_1'^-(z) - z\varphi_1^-(z)\right)$$

Таким образом, справедливо утверждение.

Теорема 2. Неоднородная краевая задача по скачку для кусочно-бианалитической функции однозначно и безусловно разрешима в квадратурах.

Пусть функции $g_k(t_k)$ испытывают небольшие возмущения, при этом $g_1(t_1)$ переходит в функцию $g^*_1(t_1)$, $g_2(t_2)$ – $g^*_2(t_2)$.

Будем считать, что $g^*_k(t_k)$ также принадлежат классу Гёльдера.

По свойствам функций принадлежащим классу Гёльдера, а также согласно свойствам интеграла типа Коши получим:

$$\left|\frac{1}{\pi i}\int_L \frac{g_k(\tau_k)-g^*_k(\tau_k)}{\tau_k - t_k} d\tau_k\right| \le A\left|g_k(t_k)-g^*_k(t_k)\right| \tag{14}$$

Рассмотрим две задачи Римана по скачку.

Первая – это исходная задача:

$$\begin{aligned}&\varphi_0^{+'}(t_1)+\overline{t_1}\varphi_1^{+'}(t_1)+\varphi_1^+(t_1)=\varphi_0^{-'}(t_1)+\overline{t_1}\varphi_1^{-'}(t_1)+\varphi_1^-(t_1)+g_1(t_1),\\&\varphi_0^{+'}(t_2)+\overline{t_2}\varphi_1^{+'}(t_2)+\varphi_1^+(t_2)=\varphi_0^{-'}(t_2)+\overline{t_2}\varphi_1^{-'}(t_2)+\varphi_1^-(t_2)+g_2(t_2)\end{aligned} \tag{15}$$

Вторая задача по скачку получается из исходной при изменении свободных членов $g_k(t_k)$ $(k=1,2)$.

$$\begin{aligned}&\psi_0^{+'}(t_1)+\overline{t_1}\psi_1^{+'}(t_1)+\psi_1^+(t_1)=\psi_0^{-'}(t_1)+\overline{t_1}\psi_1^{-'}(t_1)+\psi_1^-(t_1)+g^*_1(t_1),\\&\psi_0^{+'}(t_2)+\overline{t_2}\psi_1^{+'}(t_2)+\psi_1^+(t_2)=\psi_0^{-'}(t_2)+\overline{t_2}\psi_1^{-'}(t_2)+\psi_1^-(t_2)+g^*_2(t_2)\end{aligned} \tag{16}$$

Согласно теореме 2 решения задач (15) и (16) даются в квадратурах (т.е. через конечное число интегралов типа Коши).

В частности:

$$\begin{aligned}&\varphi_1'^+(z)=\frac{1}{2\pi i(R_1^2-R_2^2)}\left[\int_{L_1}\frac{g_1(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1-z)}-\int_{L_2}\frac{g_2(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2-z)}\right]\\&\Psi_1'^+(z)=\frac{1}{2\pi i(R_1^2-R_2^2)}\left[\int_{L_1}\frac{g_1^*(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1-z)}-\int_{L_2}\frac{g_2^*(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2-z)}\right]\\&\varphi_1'^-(z)=\frac{1}{2\pi i(R_1^2-R_2^2)}\left[\int_{L_1}\frac{g_1(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1-z)}-\int_{L_2}\frac{g_2(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2-z)}\right]\\&\Psi_1'^-(z)=\frac{1}{2\pi i(R_1^2-R_2^2)}\left[\int_{L_1}\frac{g_1^*(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1-z)}-\int_{L_2}\frac{g_2^*(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2-z)}\right]\end{aligned} \tag{17}$$

Из соотношений (17) получим:

$$\varphi_1^{+'}(z)-\Psi_1^{+'}(z)=\frac{1}{2\pi i(R_1^2-R_2^2)}\left[\int_{L_1}\frac{g_1(\tau_1)-g_1^*(\tau_1)}{(\tau_1-z)}\tau_1\, d\tau_1-\int_{L_2}\frac{g_2(\tau_2)-g_1^*(\tau_1)}{(\tau_2-z)}\tau_2\, d\tau_2\right]$$

$$\varphi_1^{-'}(z)-\Psi_1^{-'}(z)=\frac{1}{2\pi i(R_1^2-R_2^2)}\left[\int_{L_1}\frac{g_1(\tau_1)-g_2^*(\tau_2)}{(\tau_2-z)}\tau_1\, d\tau_2-\int_{L_2}\frac{g_2(\tau_2)-g_2^*(\tau_2)}{(\tau_2-z)}\tau_2\, d\tau_2\right]$$

Таким образом, из $\left|g_k(t_k)-g_k^*(t_k)\right|\to 0$ следует, что $\left|\varphi_1^{\pm'}(z)-\Psi_1^{\pm'}(z))\right|\to 0$.

Теорема 3. Задача Римана по скачку для бианалитических функций, заданных на двух концентрических окружностях устойчива относительно изменений функций $g_k(t_k)$ в случае, если $g_k(t_k)\in H_\mu(L_k)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гахов Ф.Д.* Краевые задачи – М.: Наука, 1977. – 640 с.
2. *Мусхелишвили Н.И.* Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966. – 707 с.
3. *Редкозубов С.А., Юденков А.В.* Задача Карлемана для полианалитических функций в теории упругости для областей сложной формы // Проблемы механики деформируемых тел и горных пород. Сб. Статей под ред. Академика РАН А.Ю. Ишлинского, М.: Из-во МГГУ. 2001. – С. 263-270. ГИАБ

Коротко об авторах

Адигамов А.Э. – доцент кафедры высшей математики Московского государственного горного университета, кандидат технических наук, adigamov@msmu.ru,
Скородулина Е.Ю. - ассистент кафедры информационных технологий и прикладной математики Смоленской государственной сельскохозяйственной академии, sshi@sci.smolensk.ru,
Юденков А.В. – заведующий кафедрой информационных технологий и прикладной математики Смоленской государственной сельскохозяйственной академии, профессор, доктор физико-математических наук, sshi@sci.smolensk.ru

УДК 65:543.21

А.Э. Адигамов, М.В. Белокопытов, А.В. Юденков

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Разработаны научно обоснованные методы вывода из кризиса отдельных отраслей производства в условиях рыночной экономики.

Ключевые слова: моделирование антикризисного управления, управление, системный анализ, рыночная экономика.

A.E. Adigamov, M.V. Belokopytov, A.V. Ydenkov

MODELLING OF ANTI-RECES-SIONARY MANAGEMENT ON THE BASIS OF THE SYSTEM ANALYSIS

Scientifically proved methods of a conclusion from crisis of separate branches of manufacture in conditions of market economy are developed.

Key words: modelling of anti-recessionary, market economy, management, system analysis.

В условиях глобального финансового кризиса актуальной задачей является разработка научно обоснованных методов вывода из кризиса, как отдельных экономик, так и отраслей.

Сложность состоит в том, что в условиях рыночной экономики решении задачи следует искать с помощью методов нелинейной динамики, рассматривая сильно неравновесные состояния. Поэтому целесообразно при решении проблемы опираться на основные синергетические принципы, рассматривая экономику, как динамическую неравновесную

Определим объекты, для которых следует строить математические модели. Введем три уровня экономики: макро уровень, мезо уровень, микро уровень [1,3]. Проведем аналогию экономической отрасли в кризисном состоянии с состоянием вещества вблизи точки фазового перехода 1-го рода [4]. Можно сказать, что макро уровень описывает состояние экономической отрасли некоторого региона в целом, микро уровень описывает поведение отдельных предприятий (молекул), мезо уровень представляет объединение ряда предприятий по определенному признаку (гетерофазный флуктуационный зародыш).

Описание системы в целом с использованием только микро уровня практически невозможно из-за большого числа вариантов развития и случайных факторов существенно влияющих на отдельное предприятие.

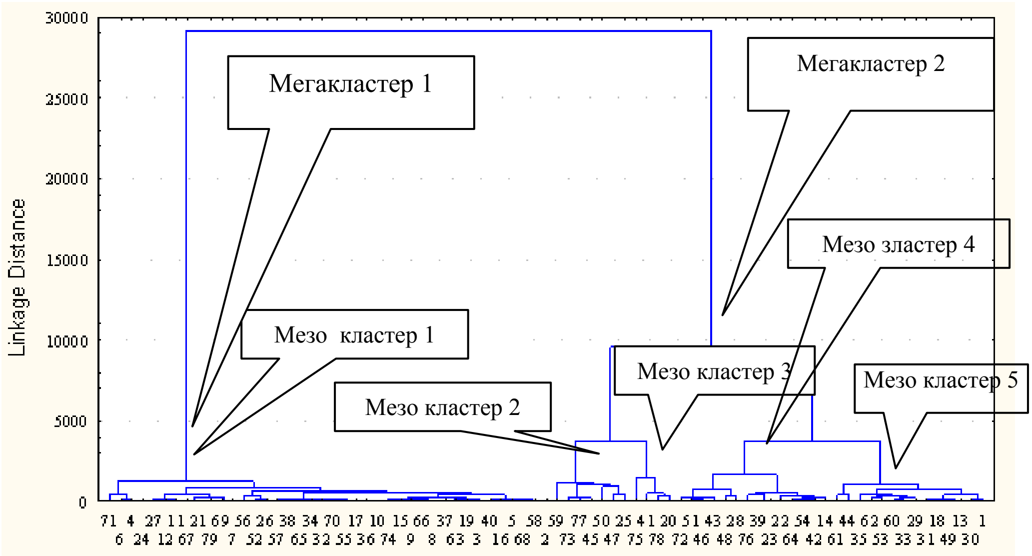
Макроскопическое описание экономической системы в переходный период также нецелесообразно. Дело в том, что одно из фундаментальных свойств неравновесных систем - отсутствие принципа экстремумов, однозначно предсказывающих состояние равновесных систем. Неравновесные системы могут развиваться непредсказуемо: их состояние не всегда можно описать макроскопическим уровнями. Причина этому флуктуации. Фундаментальное свойство неравновесных систем проявляется в способности переходить в упорядоченное состояние в результате флуктуации [2]. Поэтому основой для моделирования кризисного состояния должен быть мезо уровень.

Математические модели функционирования объектов экономической системы достаточно хорошо разработаны [1]. В том числе рассмотрен случай, когда система уходит со стационарного режима скачком и перескакивает на иной режим движения. Установившиеся режимы движения получили название аттракторов, так как «притягивают» соседние режимы. Аттракторы отличные от состояния равновесия и строго периодических колебаний получили название «странных» аттракторов.

Система, находящаяся в режиме странного аттрактора очень чувствительна к малым изменениям параметров. В работе [3] предполагается, что экономическую систему в кризисном состоянии можно рассматривать как систему в режиме странного аттрактора. При этом в самой системе происходит серьезная перестройка (желательная или нежелательная). Режим странного аттрактора достаточно труден для математического описания, однако можно утверждать, что в самой пристройке участвует небольшое число параметров [2].

Таким образом, для эффективного математического моделирования отрасли экономики, находящееся в кризисном состоянии необходимо: 1) определить макро, мезо и микро уровни функционирования системы; 2) на мезо уровне выявить факторы отвечающие за перестройку. Один из возможных методов предполагается в данной работе. Он опробован на сельскохозяйственных предприятиях Смоленской области.

В проведении данного исследования предполагается разработка комплексной системы мер воздействия на совокупность сельскохозяйственных предприятий Смоленской области, представляющий собой в целом макро уровень функционирования социально-экономической системы, с целью скорейшего ее вывода из кри-



зисного состояния. Для этого определена система координат - набор наиболее важных классификационных признаков-пока-зателей, характеризующих состояние и развитие данной социально-экономи-ческой системы. Эти признаки являются основными факторами-ресурсами определяющими уровень производительности труда и эффективности производства сельскохозяйственных предприятий Смоленской области. Использование кластеризации позволит выявить систему структурных социально-экономических взаимосвязей на всех трех уровнях исследования, а также распределить исследуемую совокупность по определенным функциональным типам исходя из специфики факторной базы. Сформированные, таким образом, группы сельскохозяйственных предприятий, представляющие собой мезо уровень исследований, позволят выделить наиболее типичные проблемы, сдерживающие рост производительности труда и эффективности производства, определить методические основы их решения на мезо и микро уровне функционирования системы (на уровне конкретных предприятий).

Классификация проводилась при помощи многомерного статистического метода -кластерного анализа, цель которого заключается в формировании однородных групп объектов (кластеров) по множеству разнообразных; и несопоставимых показателей. Кластерный анализ не накладывает никаких ограничений на вид объектов и позволяет рассматривать множество исходных данных практически произвольной природы.

Результаты кластерного анализа по исходным данным показали, что лассификация исследуемой совокупности сельскохозяйственных предприятий Смоленской области образует сложную многоуровневую кластерно-иерархи-ческую структуру, которую можно представить в виде дендрограммы или диаграммы дерева.

На рис. 1 видно, что сельскохозяйственные предприятия Смоленской области укрупнено образуют пять кластеров.

С определенной долей условности можно сказать, что эти кластеры делят всю совокупность сельскохозяйственные предприятия Смоленской области на пять переходных состояний, характеризующих последовательность и направление выхода данной системы из кризисного состояния.

Комплексная характеристика социально-экономической системы сельскохозяйственных предприятий Смоленской области на основе кластерного анализа

Показатели	Кластеры				
	Мегакластер1	Мегакластер 2			
	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5
Их доля в общей совокупности, %	50	8,97	5,12	16,67	19,23
Кластерообразующие признаки					
Фондовооруженность тыс. руб.	47,76	89,51	84,67	60,89	50,56
Надой молока на 1 корову, ц.	18,24	37,29	31,70	27,96	23,29
Отработано одним работником, тыс. чел.-час	1,88	2,01	1,76	2,07	1,90
Энерговооруженность, л.с.	56,64	63,77	55,64	60,00	58,65
Оплата труда одного работника, тыс. руб.	22,61	56,93	47,70	38,18	29,40
Государственные субсидии на растениеводство на 1000га посевов, тыс. руб.	32,37	307,47	6,92	73,40	70,86
Государственные субсидии на животноводство на 1000 гол КРС, тыс. руб.	1,18	1362,08	1720,47	902,27	528,35
Материальные затраты на 100 га с/х угодий, тыс. руб.	50,10	337,01	188,92	89,87	104,97
Урожайность зерновых, ц/га	11,32	21,38	18,35	15,47	15,76
Показатели производительности труда и эффективности производства					
Чистая товарная продукция на 1 работника, тыс. руб.	-2,14	59,01	40,56	25,32	17,70
Товарная продукция на 1 работника, тыс. руб.	64,66	164,99	129,71	99,22	80,62
Прибыль на 1 работника, тыс. руб.	-20,22	19,97	10,59	-0,06	-0,84
Рентабельность, %	-23,82	13,77	8,89	-0,06	-1,03

Интерпретация полученных результатов кластеризации по весомым компонентам параметров структуры ресурсно-факторной базы производительности труда и эффективности производства сельскохозяйственных предприятий Смоленской области позволяет сделать выводы о специфике экономик выявленных типических групп сельскохозяйственных предприятий. На основе полученных характеристик можно механизм воздействия на данную социально-экономическую систему с целью выхода из кризисного состояния и обеспечения устойчивых темпов функционирования и развития в будущем (таблица).

Кластер 1. Характеризуется очень низким уровнем обеспечения основными факторами повышения производительности труда и отсутствием в ближайшем будущем перспектив ее динамики. Большинство предприятий этого кластера находятся в кризисном или предкризисном состоянии. Их доля в общей совокупности составляет 50%. По сравнению с наиболее близким по уровню производительности труда и эффективности производства кластером 5, лишь фондо и энерговооруженности находятся на приемлемом уровне, но это не дает каких-либо существенных положительных результатов, что связано практически с отсутствием государственной поддержки растениеводства и животноводства, а также с катастрофически низким уровнем материальных затрат. В итоге мы имеем здесь отрицательный уровень чистой товарной продукции в расчете на 1 работника - 2,14 тыс. руб, и в целом убыток в размере 20,22 тыс. руб. на 1 работника.

Кластер 5. По сравнению с кластером 1 для предприятий этого кластера решающую роль сыграла государственная поддержка животноводства (ГПЖ) в размере 528 тыс. руб., кроме этого более высокий уровень оплаты труда работников (ОТ) и в конечном итоге более чем в 2 раза выше уровень материальных затрат (МЗ), который позволил

получить более высокие показатели продуктивности животных и урожайности зерновых. Таким образом, по нашему мнению, решающим отличием организаций кластера 5 от организаций кластера 1 являлась государственная поддержка животноводства, что позволило достичь более лучших результатов производительности труда и эффективности производства. Уровень чистой товарной продукции в расчете на 1 работника составил 17,7 тыс. руб., а убыток сократился более чем в 24 раза. В целом предприятия этого кластера можно характеризовать как слабообеспеченые основными факторами повышения производительности труда и эффективности производства, но в тоже время имеющие шансы к ее существенному росту. Доля предприятий этого кластера в общей совокупности составляет 19,23%.

Кластер 4. По сравнению с кластером 5 сельхозпредприятия этой группы имеют одну очевидную особенность - более высокий уровень государственной поддержки животноводства (более чем на 70% больше, чем в кластере 5). Это обстоятельство позволило получить более высокие результаты производственной деятельности, но все же еще не достаточные для получения прибыли. В целом по предприятиям данной группы убыток составил 0,06 тыс. руб. в расчете на 1 работника, а уровень чистой товарной продукции возрос до 25,32%. Предприятия кластера 4 составляют 16,67% от общей совокупности исследуемых предприятий. Их также можно характеризовать как слабообеспечнные ресурсами повышения производительности труда, но в тоже время имеющие более высокий потенциал возможностей роста производительности труда.

Кластер 3 и кластер 2. Предприятия этих кластеров являются прибыльными. Их доля в общей совокупности составляет соответственно 5,12% и 8,97%. Ключевыми факторами, обуславливающими более высокие показатели производительности труда и эффективности производства 3 и 2 кластера по сравнению с кластерами 4 и 5, явились не только более высокий уровень государственной поддержки животноводства, но и одновременно существенный рост фондовооруженности (ФВ) и уровня материальных затрат (МЗ). Кластер 2 является лидером всей совокупности. Уровень чистой товарной продукции предприятий кластера 2 составляет 59,01 тыс. рублей в расчете на 1 работника, прибыль - 19,97 тыс. руб., а рентабельность - 13,77%. Главное отличие кластера 2 от кластера 3 это существенно более высокий уровень энерговооруженности (ЭВ), материальных затрат, а также государственной

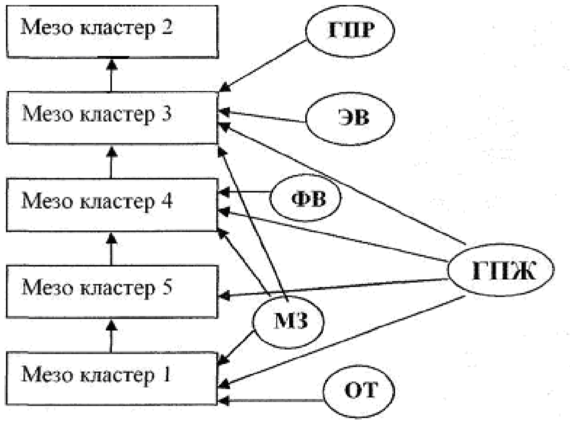


Рис. 2. Последовательность воздействия на «точки роста» кризисной системы сельскохозяйственного производства Смоленской области

поддержки растениеводства, в сочетании с достаточно значительной государственной поддержкой животноводства. Все это дает возможность характеризовать предприятия кластера 3 как среднеобеспеченные ресурсами роста производительности труда, а организации кластера 2, как имеющие достаточно высокий уровень обеспеченности основными факторами роста производительности труда.

Подводя итог проведенным исследованиям, можно отметить, что полученные результаты позволяют обнаружить именно те «точки роста» на мезо уровне в исследуемой социально-экономической системе, воздействие на которых, позволит наиболее эффективно и быстро вывести ее из кризисного состояния. На рис. 2 представлена схема антикризисных мер для сельскохозяйственных предприятий области, основанных на воздействии на «точки роста».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Новосельцев В.И.* Системный анализ: современные концепции / изд. 2-е испр. и дополн. – Воронеж: Кварта, 2003. 360 с.

2. *Пригожин И., Кондепуди Д.* Современная термодинамика. – М.: Мир, 2002.

3. *Демин Б.Е.* Системный анализ: теория и приложение: монография /Б.Е. Демин, С.А. Редкозубов, Б.В. Тарасов. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 356 с.

4. *Френкель Я.И.* Собрание избранных трудов. М.- Л.: Изд. АН СССР. 1959. ГИАБ

Коротко об авторах

Адигамов А.Э. – доцент кафедры высшей математики Московского государственного горного университета, кандидат технических наук, adigamov@msmu.ru,
Белокопытов А.В. - доцент кафедры информационных технологий и прикладной математики Смоленской государственной сельскохозяйственной академии, кандидат экономических наук, sshi@sci.smolensk.ru,
Юденков А.В. – заведующий кафедрой информационных технологий и прикладной математики Смоленской государственной сельскохозяйственной академии, профессор, доктор физико-математических наук, sshi@sci.smolensk.ru