

### Выводы

Разработанные методические подходы и модель диагностирования негативных изменений во внешней среде прямого влияния, дополненные аналогичными моделями диагностирования изменений во внешней среде непрямого влияния и внутренней среде предприятия, могут стать методической основой для построения системы раннего предупреждения и реагирования на кризисные явления как составляющие системы стратегического контроллинга на предприятии.

### Литература

1. Антикризисное управление: (учебник – 2-е изд., доп.) / Под ред. проф. Э.М. Короткова. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 620 с.
2. Гарбар К.В. Діагностування загрозливих змін у зовнішньому середовищі непрямого впливу на господарську діяльність підприємства / Гарбар К.В. - «Управління проектами, системний аналіз і логістика»: Науковий журнал. Вип. 10 – К., НТУ, 2012 - с. 407-410.
3. Гарбар К.В. Модель виявлення передумов появи кризової ситуації у внутрішньому середовищі підприємства / Гарбар К.В. – «Вісник НТУ»: Науковий журнал. Вип. 26, ч. 1 – К., НТУ, 2012 – с. 288-293.

### Системные оценки управляемого движения экономических объектов

д.т.н. проф. Катанаев Н.Т., к.э.н. Козлов Д.И., Максимова Е.А.  
 Университет машиностроения  
 (495) 228-48-79, доб. 1405

*Аннотация.* В работе проводится анализ системных оценок производства продукции автомобилестроительной отрасли в различных фазах промышленного цикла. Процесс рассматривается с позиций управляемого движения экономических объектов, основными показателями которого являются управляемость и устойчивость

*Ключевые слова:* автотракторная отрасль, управляемость, устойчивость, кризис, инфляция, производство, фазы цикла, автомобили, модели

Исследования организационно-экономических систем целесообразно начинать с определения основных понятий устойчивости, управляемости и наблюдаемости, а также оценок качества системы. Существуют классические определения наблюдаемости и управляемости, которые предложены Калманом в 1961 г. [3, 4] и широко используются в теории управления экономическими объектами [1, 2]. Под наблюдаемостью системы понимается возможность определения состояния системы по наблюдениям над выходными координатами этой системы на некотором временном интервале. Математическая трактовка этого понятия сводится к следующему. Пусть автономная линейная система записана в виде некоторого уравнения:

$$\dot{X} = AX + BU, \quad (1)$$

где:  $U \in R^m$  - вектор управления;  $X \in R^n$  - решение, или вектор состояния системы;  $A - (n \times n)$  - матрица состояния;  $B - (n \times m)$  - матрица управления.

Описание системы дополняется уравнением наблюдения:

$$Z = CX, \quad (2)$$

где:  $Z - \mu$  - мерный вектор наблюдения, зависящий от  $n$  - мерного вектора состояния  $X$ ;

$C$  - действительная постоянная  $(\mu \times n)$  матрица, определяющая наблюдаемый выход системы.

Совокупность уравнений (1) и (2), полностью описывающая зависимость выхода от входа, называется автономной линейной наблюдаемой системой.

Необходимым и достаточным условием наблюдаемости системы, описываемой этими уравнениями, является невырожденность граммаиана наблюдаемости  $\Gamma$ , представляющего собой гиперматрицу

$$\Gamma = [C^T, A^T C^T, A^{T^2} C^T, \dots, A^{T(n-1)} C^T]. \quad (3)$$

Если это условие выполняется, то ранг матрицы  $\Gamma$  должен быть равен  $n$ , то есть:

$$\text{rank}\Gamma = n. \quad (4)$$

Для ненаблюдаемой системы ранг матрицы  $\Gamma$  оказывается меньше  $n$ .

Управляемость состояния означает существование таких управляющих функций, определенных на интервале  $[t_0, t_k]$ , которые переводят любой начальный вектор состояния  $X(t_0)$  в любой конечный вектор состояния  $X(t_k)$  за конечное время.

Система (1) обладает управляемостью состояния, если ранг гиперматрицы  $M$

$$M = [B, AB, A^2 B, \dots, A^{n-1} B] \quad (5)$$

равен  $n$ , то есть

$$\text{rank}M = n. \quad (6)$$

Это условие является необходимым и достаточным.

Система (1), (2) называется системой с управляемым выходом, если существуют управляющие функции, определенные на интервале  $[t_0, t_k]$ , которые переводят начальный вектор выхода  $Z(t_0)$  в любой конечный вектор выхода  $Z(t_k)$  за конечное время.

Для того чтобы система обладала свойством управляемости выхода, необходимо и достаточно, чтобы ранг гиперматрицы  $H$

$$H = [CB, CAB, CA^2 B, \dots, CA^{n-1} B] \quad (7)$$

был равен  $m$

$$\text{rank}H = m. \quad (8)$$

Если  $m=1$  ( $B$  является вектором-столбцом), то для системы (1) следующие критерии управляемости будут эквивалентными:

- (1) обладает свойством управляемости;
- $\text{rank}[B, AB, A^2 B, \dots, A^{n-1} B] = n$ ;
- $\det[B, AB, A^2 B, \dots, A^{n-1} B] \neq 0$ ;
- векторы-столбцы  $B, AB, A^2 B, \dots, A^{n-1} B$  линейно независимы.

Управляемость и наблюдаемость обладают свойством двойственности. Доказано [4], что автономная линейная наблюдаемая система (1) является вполне наблюдаемой в том и только в том случае, если двойственная динамическая система

$$\dot{X} = A^t x + B^t u, Z = C^t x \quad (9)$$

будет вполне управляемой. Это будет тогда и только тогда, когда

$$\text{rank}[B^t, A^t B^t, A^{t^2} B^t, \dots, A^{t(n-1)} B^t] = n. \quad (10)$$

Использование классических определений и математического аппарата анализа управляемости систем, разработанных в кибернетике, оказывает значительное влияние на развитие теории управления организационно-экономических систем.

Не менее важной характеристикой является устойчивость системы, которая оценивается по математическому описанию объекта, которое в общем виде может быть представлено в форме дифференциального уравнения

$$Y = f(x, t). \quad (11)$$

Его общее решение  $Y$  будет складываться из собственной составляющей решения  $Y_C$  и вынужденной составляющей решения  $Y_B$  дифференциального уравнения, т.е.

$$Y = Y_C + Y_B. \quad (12)$$

$Y_B$  определяется составом правой части дифференциального уравнения и связана с входом  $x$ , например, с инвестициями, увеличение которых приводит к росту выпуска продукции. Собственная составляющая решения  $Y_C$  имеет вид:

$$Y_c = \sum_{j=1}^n C_j e^{S_j t}, \quad (13)$$

где:  $C_j$  – постоянная интегрирования, определяемая из нулевых начальных условий;

$S_j$  – корни характеристических уравнений, которые определяются путем приравнивания собственного оператора системы к нулю.

Устойчивость систем определяется сходимостью решения уравнения вида (11) и зависит от знака вещественной части комплексных корней  $S_j$ . Необходимым и достаточным условием устойчивости систем является отрицательность всех без исключения вещественных частей комплексных корней.

Представленный аппарат способствует осмыслению процессов, происходящих в экономических системах. Например, в работе [2] был проведен анализ динамики производства автомобилей на всех фазах промышленного цикла. Выделим из этого цикла фазу подъема экономики (рисунок 1).



**Рисунок 1. Сравнение относительных реальных и теоретических значений выпуска автомобилей в фазе подъема экономики**

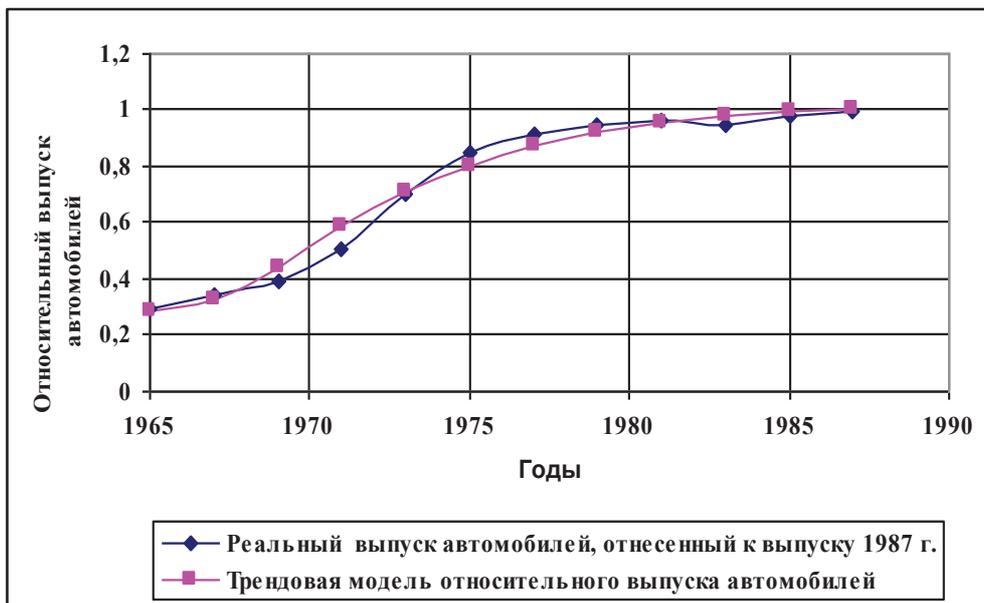
Реальный процесс в фазе подъема экономики, начиная с 1969 года и по 1987 год, был идентифицирован экспоненциальной функцией, по форме совпадающей с решением дифференциального уравнения первого порядка.

Идентификация производства автомобилей [2] в фазах оживления и подъема экономики, начиная с 1965 года и заканчивая 1987 годом, дала возможность получить дифференциальное уравнение второго порядка (рисунок 2).

Положительные коэффициенты дифференциальных уравнений, не превышающих второй порядок, свидетельствовали о выполнении необходимого и достаточного условия сходимости решения, а следовательно, параметрической и структурной устойчивости экономической системы.

Таким образом, по собственной составляющей экономическая система в фазах оживления и подъема экономики оказалась устойчивой и управляемой, следовательно, причины кризисных явлений следует искать в вынужденной составляющей  $Y_B$  выражения (13), в кото-

рой заложен вектор управления  $U$ , содержащийся в выражении (1). Именно в этой составляющей заложены материальные, трудовые, сырьевые, финансовые и другие виды ресурсов, обеспечивающие производство выпускаемой продукции.



**Рисунок 2. Сравнение относительных реальных и теоретических значений выпуска автомобилей в фазах оживления и подъема экономики**

В плановой экономике решение проблемы обеспечения ресурсами осуществлялось централизованным путем. Сбалансированность экономики обеспечивалась Госпланом, что давало возможность успешно пройти фазы оживления и подъема экономики.

Сбой системы по одной из ключевых причин произошел в середине 80 - х годов прошлого века из-за снижения мировых цен на нефть. Снижение валютных поступлений в казну и резкое увеличение эмиссии денежной массы, вызвавшее прогрессирующий рост инфляционных процессов, обострили ситуацию в финансовой сфере. Только за 1991 и 1992 годы уровень монетизации достиг предельно низких значений (0,125 – 0,150). Произошло многократное (почти на три порядка) обесценивание денежной массы. Процесс носил неустойчивый расходящийся характер и касался вынужденной составляющей  $Y_B$  выражения (13), что свидетельствует о потере устойчивости экономических процессов не по собственной, а по вынужденной составляющей решения уравнений динамики развития экономики.

Падение денежного ресурса в первую очередь отразилось на реальном секторе экономики (машиностроении, станкостроении, сельском хозяйстве и т.д.), а также на развитии авиационно-космической промышленности и ВПК.

Поддержание на протяжении двух последних десятилетий низких значений коэффициентов монетизации губительно сказалось на платежеспособном спросе на продукцию промышленных предприятий. Значительное снижение выручки от реализации продукции почти полностью лишало предприятий реального сектора экономики оборотных средств, что способствовало банкротству абсолютному большинству из них.

#### **Выводы**

Таким образом, возрождение реального сектора экономики требует глубокого осмысления таких понятий кибернетики, как управляемость, наблюдаемость и устойчивость макроэкономических систем. Анализ должен проводиться с системных позиций с привлечением всех сфер управленческой деятельности четко структурированной экономики.

#### **Литература**

1. Катанаев Н.Т., Ларина Е.В. Диагностика устойчивости и степени риска экономических

- объектов. Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 2 (10), 2010. с.201-207.
2. Катанаев Н.Т. Российская автомобильная промышленность в различных фазах промышленного цикла. Редакция «Машиностроение», ж. «Автомобильная промышленность» № 7, 2012 г., с.5-7.
  3. Кравцова В.И., Катанаев Н.Т., Аленина Е.Э. Оптимальный выпуск продукции на корпоративных предприятиях промышленности. - Сборник избранных трудов. 4-й Международный научный симпозиум «Современное автотракторостроение и высшая школа России», посвященный -140-летию МГТУ «МАМИ».- М: МГТУ «МАМИ», 2005.
  4. Основы теории оптимального управления. Ли Э.Б., Маркус Л., пер. с англ., Наука, М., 1972, 576с.
  5. Kalman R.E., HO Y.C., Narendra L.S. Controllability of Linear Dynamical Systems, Contributions to Differential Equations; Interscience Publishers Inc. N.Y., 1962, p.p. 189 – 213.

### ***Кризис и стагнация предприятий автотракторной промышленности***

д.т.н. проф. Катанаев Н.Т., Максимов П.В., Лаврентьева К.А.  
*Университет машиностроения  
(495) 228-48-79, доб. 1405*

*Аннотация.* В работе рассматриваются фазы кризиса и стагнации промышленного цикла производства автотракторной техники. Приводятся различные взгляды специалистов на причины коллапса ведущих отраслей машиностроения

*Ключевые слова:* промышленный цикл, машиностроение, производство, автомобили, трактора, кризис, валовой внутренний продукт, инвестиции

Особенность рыночной экономики, проявляющаяся в склонности к повторению экономических явлений, была замечена еще в первой половине XIX в. Изучая причины перепроизводства, кризисы, экономисты обратили внимание [1, 5] на волнообразно-циклические колебания в динамике капиталистического хозяйства. Фазы падения промышленного цикла производства тракторов и грузовых автомобилей явились предметом многих исследований [2, 3], в том числе и данной работы.

Рассмотрим промышленный цикл производства тракторов с 1970 года по настоящее время.

В производстве тракторов наблюдается катастрофическая ситуация. Так, в 2012 году было произведено всего лишь 15 тысяч тракторов, в то время как до распада СССР, например в 1990 году, выпустили 213 тысяч штук.

Кстати, это составляло лишь третью часть от выпуска 1980 года, когда промышленность произвела максимальное количество тракторов - 555 тысяч за год.

После кризиса 1991 года, как видно из рисунка 1, тракторная промышленность стала разрушаться и уже не выходила на предшествующие показатели, а доля текущего выпуска после 1993 года от максимального значения выпуска не превышала 3%.

Отметим сходства кризисов 1991 и 2008-2009 годов. В обоих случаях вначале было оживление, подъем и после этого наступал резкий спад. В 2007 году, перед кризисом, также наблюдался хоть и небольшой, но рост объема производства, когда было выпущено 14 тысяч тракторов, а в 2009 произошел спад до критического объема выпуска – 6,2 тысяч тракторов. Однако на фоне больших значений в докризисном периоде планового производства тракторов с 1970 г. до конца 80 – х годов прошлого века малые значения выпуска, начиная с 1993 года по настоящее время (рисунок 1), становятся практически незаметными.

Несмотря на непрерывные разговоры на всех уровнях управления народным хозяйством о необходимости подъема агропромышленного сектора, ситуация в тракторострои-