

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ АПК НА ОСНОВЕ ПОТОКОВЫХ МОДЕЛЕЙ СТОИМОСТИ

Лойко В. И. – д. т. н., профессор

Погосов Ю. Е. – аспирант

Кубанский государственный аграрный университет

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта «Экономическая эффективность и устойчивость интегрированных производственных систем агроперерабатывающего комплекса региона», проект № 06-02-38205 а/ю

В статье проведен системный макроэкономический анализ агропромышленного комплекса как системы, все контуры потоков стоимостей которой взаимодействуют через рыночную среду. Анализ проведен с помощью нетрадиционного подхода, использующего аппарат диалектической логики и методологические основы теории цепей.

Большинство видов продукции, производимой сельскохозяйственными предприятиями, прежде чем быть отправленной к потребителю, подлежит переработке. Функцию переработки, а следовательно, и производства в агропромышленном комплексе (АПК) выполняют предприятия перерабатывающей промышленности. Для нормального функционирования основных предприятий АПК необходима производственная инфраструктура, которая обеспечивает выполнение производственных функций предприятий. Это энергетика, водоснабжение, материально-техническое обеспечение, дорожные коммуникации, информационные сети, торговля и т. п.

Важнейшими из производственной инфраструктуры, на наш взгляд,

являются производственные предприятия материально-технического снабжения (МТС), являющиеся посредниками между промышленными предприятиями и предприятиями АПК. Без материально-технической подготовки невозможно функционирование производства. Поэтому предприятия МТС занимают одно из приоритетных мест в производственной инфраструктуре и могут быть выделены в отдельный блок.

1. Логистическая система агропромышленного комплекса

Начало 90-х годов в России характеризуется скачкообразным изменением содержания, как внешней среды косвенного воздействия, так и внешней среды внутреннего воздействия, непосредственно влияющего на производство.

Следствием возмущающих воздействий внешней среды является изменение целей, функций и внутренних связей системы.

Таким образом, предпринятая на государственном уровне политическая и экономическая реформы привели к дестабилизации системы АПК, которая проявилась в дестабилизации работы соответствующих предприятий АПК, являющихся элементами этой системы.

Конкретизация приведенных выше положений на уровне логистических системных связей может быть изложена следующим образом. На рисунке 1 приведены укрупненно схемы информационных и материальных потоков, определяющих взаимодействие предприятий АПК и государства до перехода к рынку.

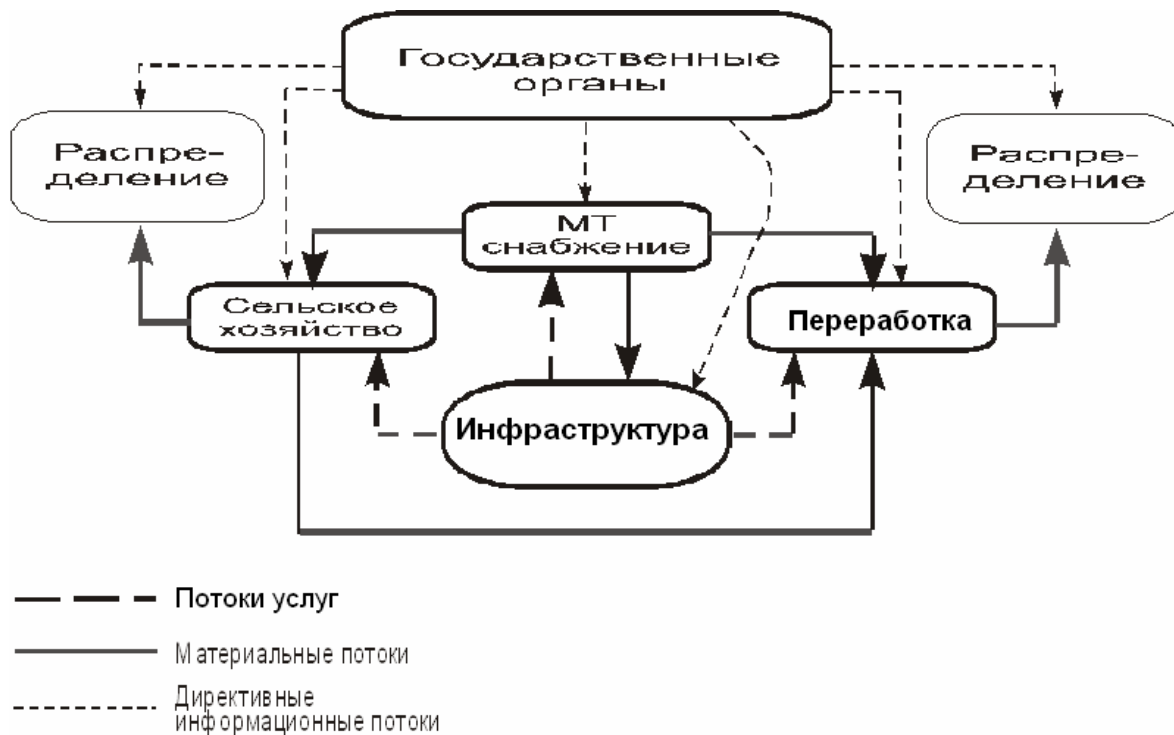


Рисунок 1 – Схема взаимодействия предприятий в директивной экономике

Недостаток такой системы очевиден. Отсутствуют информационные взаимодействия между элементами системы, что делает ее жесткой, неприспособленной к изменяющейся ситуации (к естественным возмущениям) и ведет к неустойчивости всей системы, а значит, к ее малой эффективности.

Переход к рыночным отношениям предполагает появление рыночной среды (рис. 2), через которую взаимодействуют все предприятия, и идет государственное регулирование экономики. Таким образом, создается совершенно новая система взаимодействия предприятий. В ее рамках функционируют свои рыночные законы взаимодействия (спрос, предложение, конкуренция, конъюнктура рынка и т.д.).

Рыночная среда влечет за собой объективную необходимость изменения производственной структуры, переориентировки направлений материальных, денежных и информационных потоков. Изменение структур и направлений логистических потоков требует оценки с точки зрения эф-

фактивности в условиях рынка.

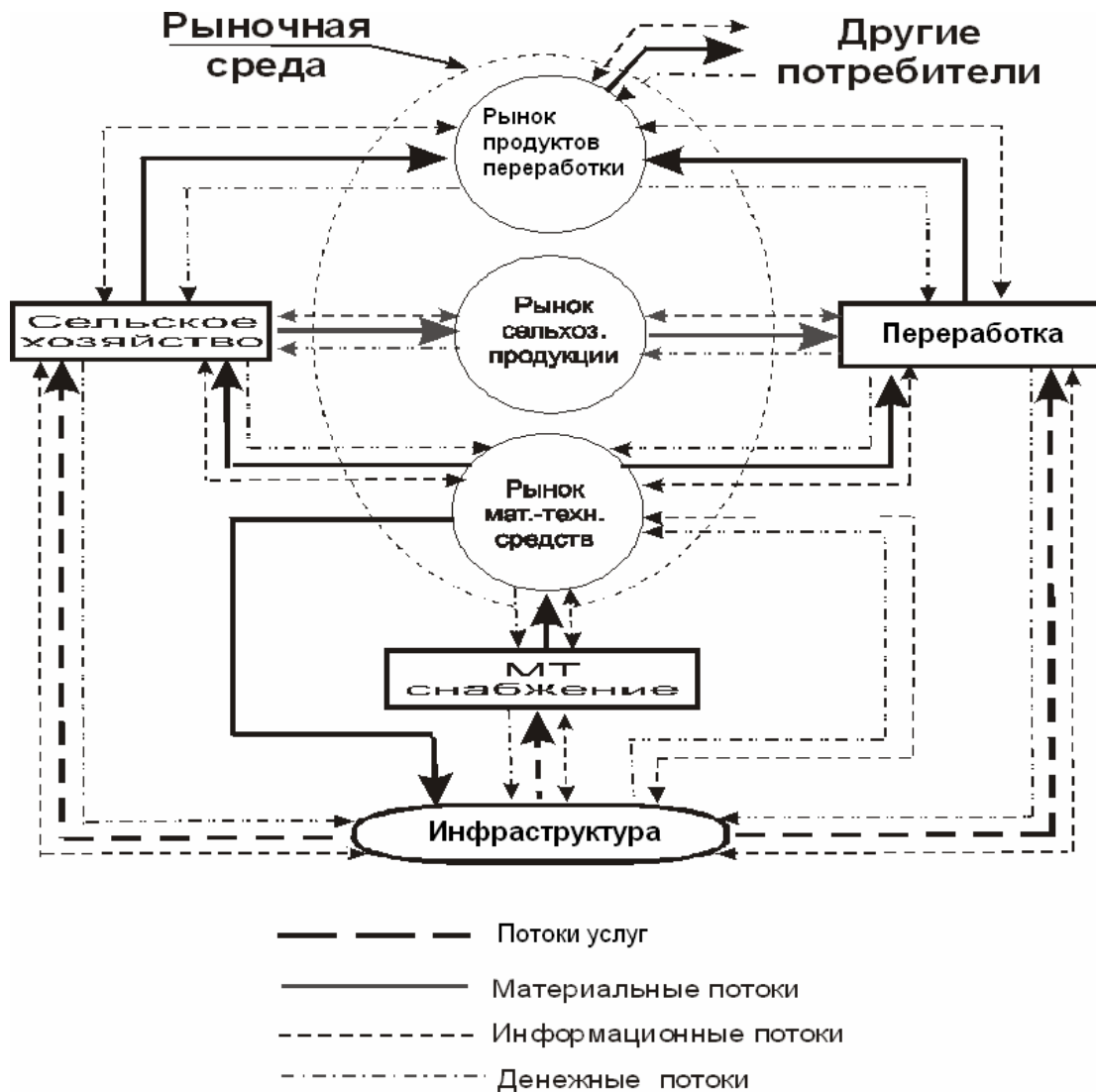


Рисунок 2 – Схема взаимодействия предприятий АПК в условиях рынка

Возникшая рыночная среда фактически является стабилизирующим и регулирующим систему элементом, значительно повышающим ее устойчивость в целом. Объясняется это тем, что приведенные на рисунке 2 рынки являются буферами между входными и выходными потоками предприятий. Наличие буфера в любой системе создает запас устойчивости, что выгодно отличает схему (рис. 2) от схемы на рисунке 1, в которой обрыв любого потока приводит к остановке системы.

В новых условиях возникают проблемы разработки моделей управ-

ления АПК.

2. Моделирование экономических систем на основе формализмов диалектической логики

2.1. Структурная схема товарно-денежного обращения

Очевидной истиной представляется, что сущностью и движущей силой любых экономических процессов является стоимость товарно-денежной массы и вложенного в них труда [1]. При этом стоимость многолика и бывает то потребительной, то меновой, то рыночной, то прибавочной и т. д. Однако сущностью всей экономической системы как целого является полезность производимой этой системой продукции, характеризуемая степенью (вероятностью) p удовлетворения потребностей общества. А. А. Денисов [1; 4] предлагает исчислять сущность следующим образом:

$$H_0 = -\log(1 - p),$$

где в случае двоичных логарифмов полезность выражается в битах.

2.2. Макроэкономический анализ системы АПК

2.2.1. Логистическая цепь АПК

Структура системы АПК, содержащая рыночную среду как поле взаимодействия логистических (товарно-денежных) потоков, даже в упрощенном виде (рис. 2) сложна для анализа существующими экономико-математическими методами. Задача анализа состоит в том, чтобы определить математически точную взаимосвязь между элементами системы и их характеристиками. Из существующих подходов к анализу экономических систем плодотворным представляется подход А. А. Денисова, использующий для математического описания экономических (логистических) про-

цессов аппарат формализации законов диалектической логики и методологические основы теории цепей. Суть этого подхода состоит в следующем.

Каждая структурная составляющая системы АПК может быть представлена в виде схемы. Учитывая, что в настоящее время в России практически отсутствует рынок автодорожных услуг, уберем из общей цепи АПК контур автодорог. Тогда схема логистических процессов АПК будет иметь следующий вид (рис. 3).

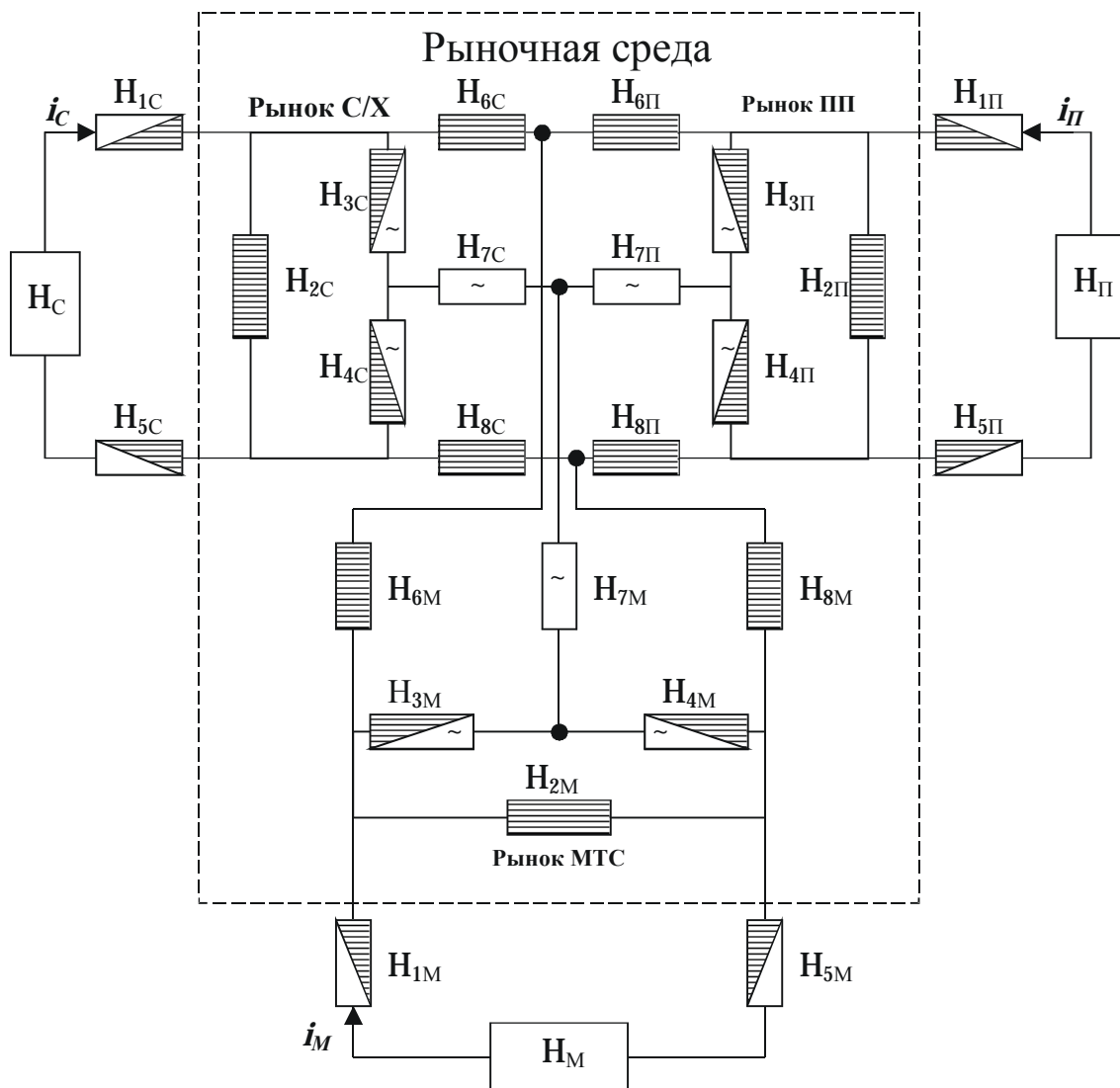


Рисунок 3 – Схема товарно-денежного обращения в системе АПК

На схеме (рис. 3) введены следующие обозначения:

$H_k = (H_{ok} - \Delta H_k)$ – экономический потенциал (эффективность) блока сис-

темы;

H_{1k} – процесс производства k -го блока системы (труд – товар);

H_{2k} – процесс бартерного обмена k -го блока (товар – товар);

H_{3k} – процесс продажи продукции k -го блока (товар – деньги);

H_{4k} – процесс покупки товаров k -го блока (деньги – товар);

H_{5k} – процесс потребления k -го блока (товар – труд);

H_{6k} – процесс перехода продукции с других рынков на k -й рынок;

H_{7k} – процесс перехода денег с других рынков на k -й рынок;

H_{8k} – процесс перехода продукции с k -го рынка на потребление в других блоках АПК;

$k \in L$;

$L = c, p, m$, где c – сельское хозяйство, p – перерабатывающая промышленность, m – материально-техническое снабжение;

i_k – оборот стоимостей в k -м блоке АПК.

В полной схеме цепи логистических процессов АПК, изображенной на рисунке 3, H_{2k} , H_{3k} и H_{4k} образуют цепь процессов, протекающих на соответствующем (k -м) рынке. Все вместе они объединяются в цепь рыночной среды АПК. Как видно, получившаяся цепь имеет высокий порядок математической сложности. Учитывая, что каждый процесс имеет две независимые реактивные составляющие, а общее число процессов в изображенной цепи 27, система уравнений, описывающая экономическое равновесие цепи, будет содержать 27 компонентных дифференциальных уравнений второго порядка плюс топологические уравнения для узлов и контуров цепи.

Цепь можно упростить, если учесть следующее.

1. Рыночная среда, состоящая из цепей рынков отдельных блоков АПК, является внутренним рынком России, поэтому препятствия движению товарно-денежных масс типа таможенных ограничений практически отсутствуют. Следовательно, процессы H_{6k} , H_{7k} и H_{8k} могут быть исключены из схемы.

2. На современном этапе развития рыночных отношений в России удельный вес бартера в процессах обмена мал, в основном обмену сопутствуют два процесса: "товар – деньги" и "деньги – товар". С учетом сказанного процесс H_{2k} из схемы также можно удалить.

3. Отдельные рынки блоков имеют специализированный характер, поэтому, например, попытки реализации продукции материально-технического снабжения на рынке пищевых продуктов будут обречены на неудачу, и наоборот. Другими словами, специализированные рынки по процессу продаж разделены и, следовательно, перетекание товаров на продажу с одного рынка на другой отсутствует.

4. В отличие от разделенных процессов продаж процессы покупок на отдельных специализированных рынках параллельно объединяются в общий процесс обмена типа "деньги – товар". Причем этот объединенный процесс включает в себя не только денежно-товарные процессы специализированных рынков АПК, но и других рынков, внешних по отношению к рыночной среде системы АПК.

Проведя соответствующие упрощения на схеме рисунка 3, получим цепь логистических процессов АПК в упрощенном виде (рис. 4).

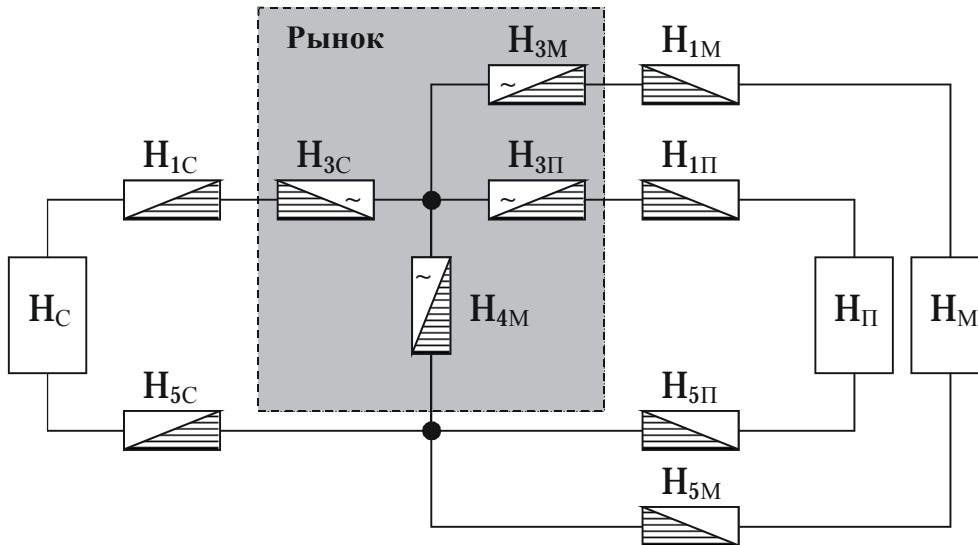


Рисунок 4 – Упрощенная схема товарно-денежного обращения в системе АПК

На схеме (рис. 4) процесс H_{4k} представляет собой общий процесс покупок, протекающий параллельно на всех специализированных рынках, на которых покупают производители АПК. Любой из изображенных на рисунках 3 и 4 процессов может быть заменен *RLC*-цепью первого или второго вида. Произведя замены, получим схему (рис. 5).

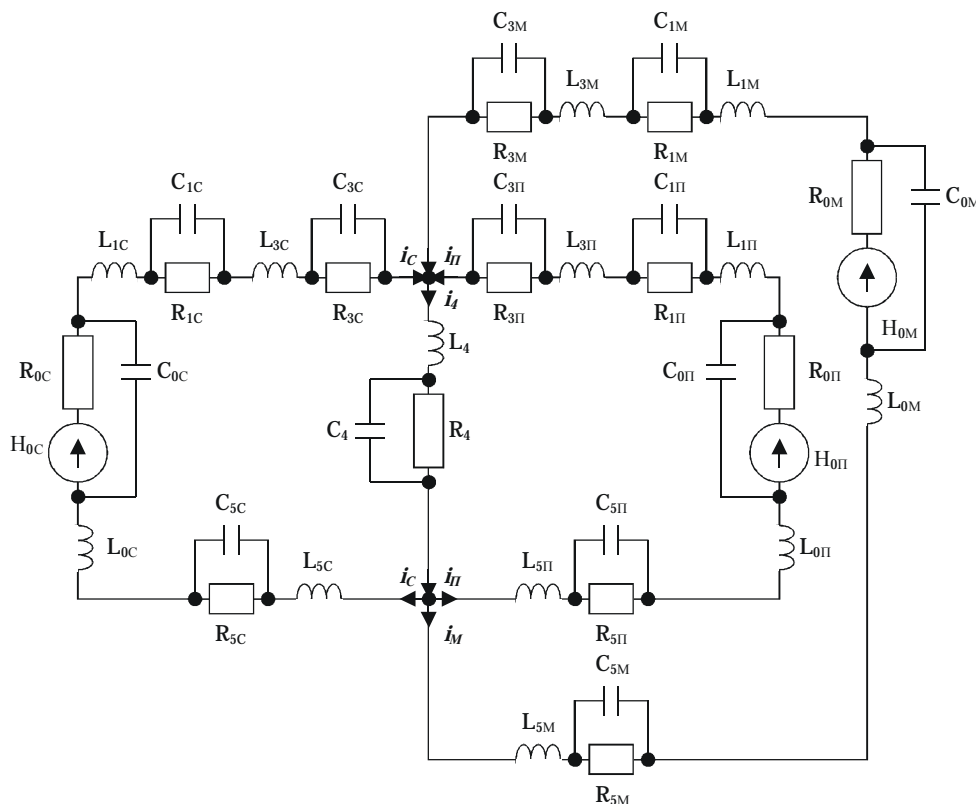


Рисунок 5 – Упрощенная экономическая цепь АПК

Для полного математического описания такой цепи, то есть нахождения зависимостей, позволяющих определить значения оборота стоимостей и падения потенциала в каждой ветви цепи, даже если *RLC*-цепь каждого процесса будет рассматриваться как одно комплексное сопротивление, потребуется составление 4 независимых топологических уравнений и 10 компонентных. Причем каждое компонентное уравнение – это дифференциальное уравнение второго порядка. Таким образом, дифференциальное уравнение изображенной на рисунке 5 экономической цепи имеет высокий порядок сложности и записывается в общем случае в виде [3]:

$$a_v \frac{d^v y}{dy^v} + a_{v-1} \frac{d^{v-1} y}{dy^{v-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = f(t),$$

где – y искомая реакция цепи (оборот стоимостей или падение потенциала в какой-либо ветви);

a_0, a_1, \dots, a_v – коэффициенты, определяемые параметрами пассивных элементов.

Правая часть этого уравнения – линейная комбинация функций, описывающих внешнее воздействие $x(t)$ на цепь, и их производных. При выключении всех источников экономического потенциала она становится равной нулю.

Дифференциальное уравнение такого порядка сложности является трудно обозримым, и хотя при современных машинных методах его решение не вызывает сомнений, анализ полученного решения является сложной задачей.

Можно предложить следующую (двухэтапную) методику анализа экономической системы, и системы АПК в частности, по ее моделирующей экономической цепи.

1-й этап. Анализ установившегося режима цепи:

а) составление системы алгебраических уравнений экономического равно-

Рисунок 6 – Расширенное топологическое описание цепи оборота стоимостей системы АПК

На схеме (рис. 6) числа в круглых скобках обозначают номера узлов (и ветвей). Топологический граф [3] этой цепи является планарным, и его расширенное представление изображено на рисунке 7а.

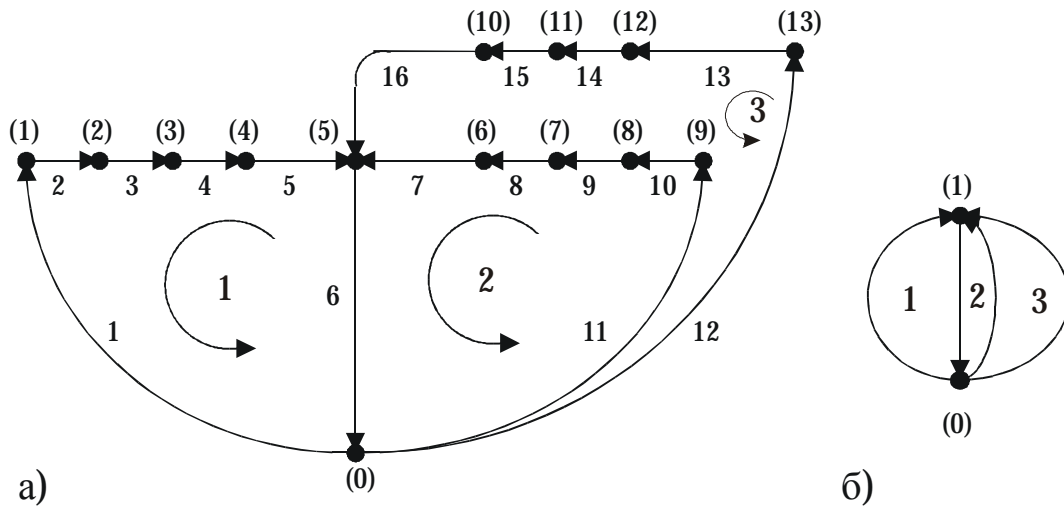


Рисунок 7 – Топологический граф цепи рисунка 6

После преобразования, т. е. уменьшения количества ветвей и узлов, получим сокращенный топологический граф цепи 9 рис. (рис. 7б) (тоже планарный), содержащий два узла, четыре ветви и три окна (ячейки). С помощью графов рисунка 7 составим систему топологических уравнений цепи, содержащую три уравнения равновесия потенциалов и одно – равновесия оборотов стоимостей.

Приведенному на рисунке 7а расширенному графу соответствует матрица B^0 трех основных контуров, в которой номера строк соответствуют номерам основных контуров, а номера столбцов – номерам ветвей [3]:

$$B^0 = \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Вектор стоимостей цепи в соответствии с графом (рис. 7а) имеет вид:

$$U = \begin{bmatrix} H_{5c} \\ H_c \\ \Delta H_c \\ H_{1c} \\ H_{3c} \\ H_4 \\ H_{3n} \\ H_{1n} \\ \Delta H_n \\ H_n \\ H_{5n} \\ H_{5m} \\ H_m \\ \Delta H_m \\ H_{1m} \\ H_{3m} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Тогда баланс потенциалов цепи запишем как

$$B \times U = 0, \quad (3)$$

Или в виде системы уравнений:

$$\begin{aligned} -H_{5c} + H_c - \Delta H_c - H_{1c} - H_{3c} - H_4 &= 0 \\ H_4 + H_{3n} + H_{1n} + \Delta H_n - H_n + H_{5n} &= 0 \\ -H_{3n} - H_{1n} - \Delta H_n + H_n - H_{5n} + H_{5m} - H_m + \Delta H_m + H_{1m} + H_{3m} &= 0 \end{aligned}$$

После преобразования система независимых уравнений баланса стоимостей цепи примет вид:

$$\Delta H_c + H_{1c} + H_{3c} + H_4 + H_{5c} = H_c \quad (4)$$

$$\Delta H_n + H_{1n} + H_{3n} + H_4 + H_{5n} = H_n \quad (5)$$

$$H_n - (\Delta H_n + H_{1n} + H_{3n}) = H_m - (\Delta H_m + H_{1m} + H_{3m}) \quad (6)$$

Топологическое уравнение равновесия оборотов будет иметь вид:

$$I_c + I_m + I_n = I_4. \quad (7)$$

К полученным четырем топологическим уравнениям (4)–(7) добавятся 13 компонентных уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta H_c = I_c R_{0c} \\ H_{1c} = I_c R_{1c} \\ H_{3c} = I_c R_{3c} \\ H_4 = I_4 R_4 \\ H_{5c} = I_c R_{5c} \\ \Delta H_n = I_n R_{0n} \\ H_{1n} = I_n R_{1n} \\ H_{3n} = I_n R_{3n} \\ H_{5n} = I_n R_{5n} \\ \Delta H_m = I_m R_{0m} \\ H_{1m} = I_m R_{1m} \\ H_{3m} = I_m R_{3m} \\ H_{5m} = I_m R_{5m} \end{array} \right. \quad (8)$$

Эти 17 независимых уравнений представляют собой систему уравнений равновесия цепи схемы (рис. 6) и позволяют при заданных экономических потенциалах (эффективностях) источников и сопротивлениях процессов определить значения приведенных стоимостей H всех процессов и их оборотов I .

Общей ветвью моделируемой цепи является ветвь R_4 – общий рынок, на котором покупателями являются производители 3-х подсистем (сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и материально-технического снабжения). Товарооборот I_4 , протекающий по этой ветви, определяется уравнением (7), а товарообороты в левой части этого уравнения определяются соотношениями:

$$I_c = \frac{H_{0c} - I_4 R_4}{R_{\Sigma c}}; \quad (9)$$

$$I_n = \frac{H_{0n} - I_4 R_4}{R_{\Sigma n}}; \quad (10)$$

$$I_m = \frac{H_{0m} - I_4 R_4}{R_{\Sigma m}}. \quad (11)$$

В этих соотношениях

$$R_{\Sigma c} = R_{0c} + R_{1c} + R_{3c} + R_{5c}, \quad (12)$$

$$R_{\varepsilon n} = R_{0n} + R_{1n} + R_{3n} + R_{5n}, \quad (13)$$

$$R_{\varepsilon m} = R_{0m} + R_{1m} + R_{3m} + R_{5m}. \quad (14)$$

Подставив обороты контуров подсистем в (7) и проведя преобразования, получим для рыночного оборота I_4 :

$$I_4 = \frac{1}{1 + \frac{R_4}{R}} \left(\frac{H_{0c}}{R_{\varepsilon c}} + \frac{H_{0n}}{R_{\varepsilon n}} + \frac{H_{0m}}{R_{\varepsilon m}} \right), \quad (15)$$

где $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{\varepsilon c}} + \frac{1}{R_{\varepsilon n}} + \frac{1}{R_{\varepsilon m}}$ – проводимость цепи по отношению к зажимам ветви R_4 .

При $R_4 \ll R$ товарооборот на общем рынке зависит только от суммы оборотов контуров подсистем АПК. В противном случае величина $\frac{1}{1 + \frac{R_4}{R}}$ меньше единицы, и тем меньше, чем больше сопротивление рыночному обороту R_4 по сравнению с R .

2.2.3. Сбалансированность экономики АПК

Выделим из общей цепи рисунка 6 один из контуров, например, контур сельского хозяйства.

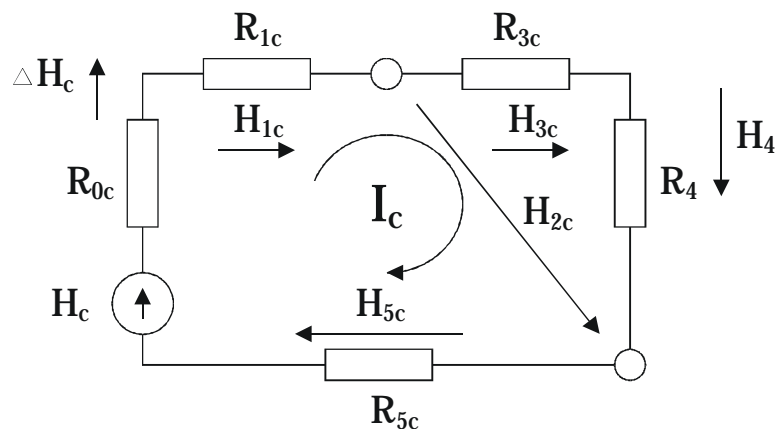


Рисунок 8 – Контур подсистемы сельского хозяйства

Сбалансированность подразумевает равенство производства и потребления (доходов и расходов), из чего следует, что в установившемся

режиме для баланса экономики подсистемы (рис. 8) должно быть:

$$\Delta H_c + H_{1c} + H_{3c} + H_4 = H_{5c} = \frac{H_c}{2}. \quad (16)$$

Если выделить в одном из контуров искомый процесс, например прибыль производителя товаров R_3 , а сопротивление остальной части контура обозначить Z , тогда схема контура упростится и примет вид, показанный на рисунке 9.

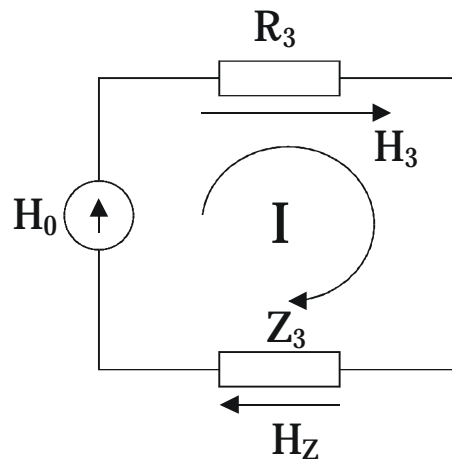


Рисунок 9 – Упрощенная схема контура одной из подсистем

Мощность прибыли производителя N_3 составляет:

$$N_3 = H_3 I_3 = I^2 R_3 = \frac{H_0^2 R_3}{(R_3 + Z_3)^2},$$

где $Z_3 = R_0 + R_1 + R_4 + R_5$ (рис. 6).

Взяв производную по R и приравняв ее нулю, получим значение R_3 , соответствующее максимальной прибыли производителя в единицу времени:

$$R_{3opt} = Z_3. \quad (17)$$

Любое отступление от этого соотношения приводит к уменьшению мгновенной прибыли.

Если выполнить условие (17), то прибыль производителя достигнет значения

$$H_{3 \max} = \frac{H_0}{2}$$

и будет равна половине экономического потенциала подсистемы.

Очевидно, подобные соотношения получим и для других процессов. Иными словами, все процессы подсистемы будут стремиться достигнуть максимума потенциала H , равного $\frac{H_0}{2}$.

Требование максимальной прибыли производителя соответствует $\frac{dN_3}{dR_3} = 0$. Отсюда следует:

$$Z_{3k} = 2R_3 \frac{dZ_{3k}}{dR_3},$$

где $Z_{3k} = Z_3 + R_3$.

Аналогично для продавца $\frac{dN_4}{dR_4} = 0$ и, следовательно,

$$Z_{4k} = 2R_4 \frac{dZ_{4k}}{dR_4},$$

где $Z_{4k} = Z_4 + R_4$.

Солидарная максимальная прибыль достигается при $Z_{3k} = Z_{4k}$, то есть при

$$R_3 \frac{dZ_{3k}}{dR_3} = R_4 \frac{dZ_{4k}}{dR_4}. \quad (18)$$

Для контуров ввиду последовательности соединения процессов, то есть всех сопротивлений, производные в выражении (18) равны единицам. Следовательно, условием максимизации солидарной прибыли для всех подсистем является:

$$R_3 = R_4 = R_p. \quad (19)$$

При выполнении условия (19) для всех контуров, в них достигаются оптимальные значения оборотов стоимостей, а с учетом условия сбалансированности (16) получим для оптимального оборота каждого контура I_{opt} :

$$I_{opt} = \frac{H_0}{2(R_0 + R_1 + 2R_p)}. \quad (20)$$

Учитывая, что R_4 является общим для всех контуров, в выражении (20) третье слагаемое в скобках у всех контуров должно быть одинаковым. Поскольку этот же оборот I_{opt} идет через сопротивление потребления R_5 , и падение потенциала на нем тоже равно $\frac{H_0}{2}$, получим:

$$R_0 + R_1 + 2R_p = R_5.$$

Для получения оптимального оборота I_{opt} , максимизирующего социальную прибыль производителя и продавца при одновременном соблюдении условия сбалансированности, полуразность сопротивления потребления R_5 и суммы внутреннего сопротивления производству R_1 в каждой подсистеме АПК должна быть равна величине рыночных сопротивлений, то есть

$$\frac{R_5 - (R_0 + R_1)}{2} = R_p. \quad (21)$$

2.2.4. Анализ переходных процессов в экономической цепи АПК

Все экономические процессы, протекающие в моделирующей цепи, могут быть схематично изображены в следующем виде (рис. 10).

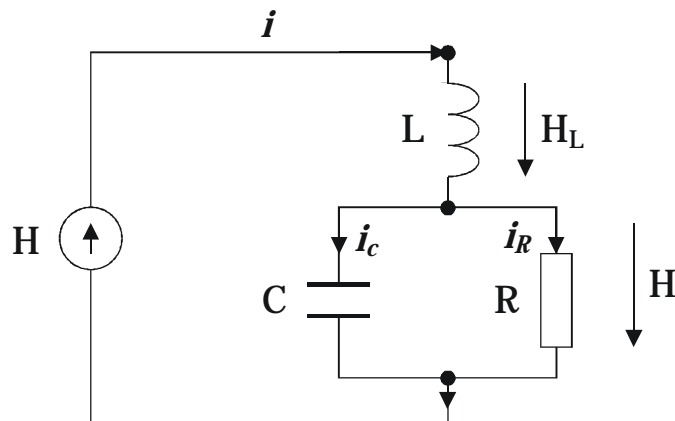


Рисунок 10 – Эквивалентная схема экономического процесса

Используя законы Кирхгофа для цепей, получим для баланса оборо-

ТОВ:

$$i = i_C + i_R = \frac{H'}{R} + C \frac{dH'}{dt}. \quad (22)$$

Для баланса стоимостей:

$$H = H_L + H' = L \frac{di}{dt} + H'. \quad (23)$$

Из (23) получим:

$$H' = H - L \frac{di}{dt}. \quad (24)$$

Подставив выражение для H' из (24) в (22) и проведя преобразования, получим дифференциальное уравнение экономического процесса в виде:

$$RLC \frac{d^2 i}{dt^2} + L \frac{di}{dt} + R_i = H + RC \frac{dH}{dt}, \quad (25)$$

где i – искомый оборот стоимостей;

R, L, C – параметры процесса.

Правая часть уравнения (25) описывает внешнее воздействие на процесс стоимости H и ее производной.

Уравнениями, подобными (25), описываются все экономические процессы АПК, кроме блоков эффективности (полезности) каждой из подсистем. Уравнения этих блоков аналогичны, но в правой части содержат H_0 .

Применительно к каждой ветви схемы рисунка 5 эти дифференциальные уравнения описывают динамическую взаимосвязь между соответствующим оборотом и его стоимостью. Учитывая закон всеобщей взаимозависимости явлений, отраженный моделирующей цепью, для полного макроописания переходных процессов в макроэкономике АПК необходимо решение системы из 13 дифференциальных уравнений вида (25), связанных топологическими уравнениями. Цепь (рис. 5) характеризуется достаточно высоким порядком сложности, и полный анализ ее устойчивости

на переходных режимах экономики возможен лишь машинными методами.

Однако можно сделать некоторые качественные суждения о реакции системы АПК на скачки внешнего воздействия по результатам анализа переходных процессов в отдельном блоке, имеющем лишь второй порядок сложности цепи.

***Реакция цепи отдельного экономического процесса
на скачок стоимости***

Пусть на цепь экономического процесса (рис. 10) действует источник стоимости, изменяющийся по закону:

$$h(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ H & \text{при } t \geq 0. \end{cases}$$

При подобном законе изменения $h(t)$ независимые начальные условия цепи имеют нулевые значения, а уравнения цепи запишутся в виде:

$$i - i_C - i_R = 0$$

$$L \frac{di}{dt} + Ri_R = H$$

$$i_R - \frac{1}{C} \int i_C dt = 0.$$

Для свободной составляющей оборота i_{ce} все правые части уравнений равны нулю, а характеристическое уравнение цепи

$$RLCp^2 + Lp + R = 0 \tag{26}$$

имеет два корня:

$$p_{1,2} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2},$$

где $\delta = \frac{1}{2RC}$ – коэффициент затухания цепи;

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ – резонансная частота цепи.

Как известно [3], при малой добротности контура ($\delta > \omega_0$) характеристическое уравнение имеет два различных вещественных отрицатель-

ных корня, а выражение для свободной составляющей оборота после коммутации

$$i_{св} = \frac{H (e^{p_1 t} - e^{p_2 t})}{L (p_1 - p_2)}. \quad (27)$$

В этом случае переходной процесс в цепи носит аperiodический характер, причем вследствие того, что $|p_1| < |p_2|$, экспонента $e^{p_2 t}$ затухает быстрее экспоненты $e^{p_1 t}$, из-за чего наблюдается некоторый подъем оборота $i_{св}$ с последующим спадом до нуля (рис. 11).

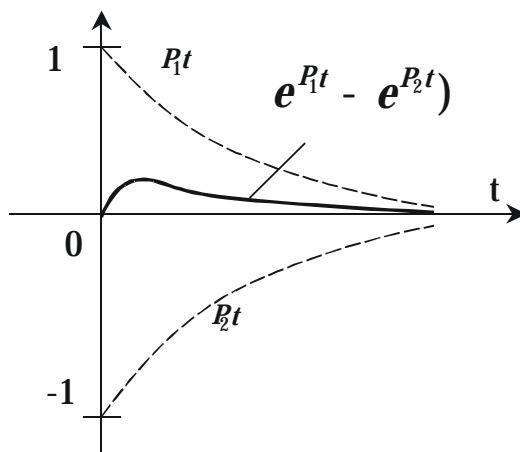


Рисунок 11 – Аperiodический переходной процесс

При большой добротности контура ($\delta < \omega_0$) характеристическое уравнение (26) имеет два комплексно-сопряженных корня:

$$p_{1,2} = -\delta \pm j\omega_{св},$$

где $\omega_{св} = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ — частота свободных колебаний в цепи.

Тогда уравнение (27) может быть преобразовано к виду:

$$i_{св} = \frac{H}{\omega_{св} L} e^{-\delta t} \sin \omega_{св} t = I_{мсв}(t) \cos(\omega_{св} t - \frac{\pi}{2}),$$

где $I_{мсв}(t) = \frac{H}{\omega_{св} L} e^{-\delta t}$.

При $\delta = \omega_0$ наступает критический (неустойчивый) режим цепи, определяющий границу между аperiodическим и колебательным режимами.

Учитывая выражения для δ и ω_0 через параметры элементов цепи, получим условия:

$$2R < \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ – для апериодического режима;} \quad (28)$$

$$2R \geq \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ – для неустойчивого (колебательного)} \quad (29)$$

режима.

Другими словами, экономический процесс в переходном режиме имеет апериодический характер, если удвоенное сопротивление обороту стоимости будет меньше корня квадратного из отношения регидности к емкости процесса.

Для получения временной характеристики полного оборота стоимости воспользуемся операторным методом анализа [3]. Операторная эквивалентная схема экономического процесса приведена на рисунке 12.

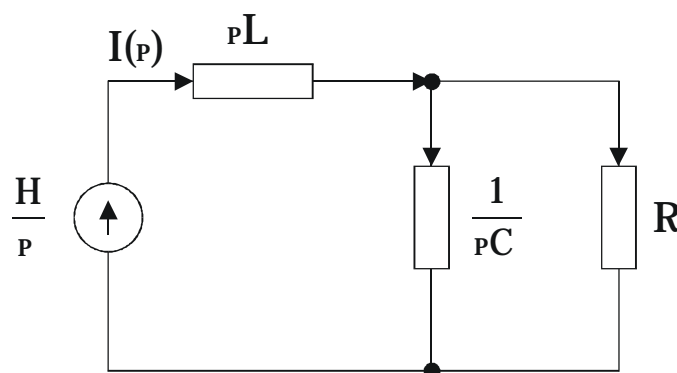


Рисунок 12 – Операторная эквивалентная схема экономического процесса

Для изображения оборота стоимости $I(p)$ получим:

$$I(p) = \frac{(RCp + 1)}{p(LRCp^2 + Lp + R)} = \frac{H(RCp + 1)}{pLR(p - p_1)(p - p_2)},$$

где p_1 и p_2 – корни характеристического уравнения, полученные ранее (26).

Преобразуем это выражение к виду, удобному для перехода к оригиналу:

$$I(p) = \frac{\frac{H}{L}}{(p-p_1)(p-p_2)} + \frac{\frac{H}{RLC}}{p(p_1-p)(p-p_2)}.$$

Оригиналом полученного изображения будет полный оборот в цепи экономического процесса:

$$i(t) = \frac{H}{L} \frac{(e^{p_1 t} - e^{p_2 t})}{(p_1 - p_2)} + \frac{H}{R} \left(1 - \frac{p_1 e^{p_2 t} - p_2 e^{p_1 t}}{p_1 - p_2} \right). \quad (30)$$

Это выражение позволяет определить оборот стоимости в цепи экономического процесса в любой момент времени в диапазоне от $t=0$ до $t \rightarrow \infty$.

Первое слагаемое в правой части уравнения (30) – это уже исследованная свободная составляющая переходного процесса, второе слагаемое – принужденная составляющая, усложняющая вид переходного процесса. Но поскольку корни характеристического уравнения (26) определяют и ход процесса во втором слагаемом, условие отсутствия колебаний остается прежним (28).

В проведенном анализе цепи величина H – это величина скачка, вызванная скачком эффективности (полезности) подсистемы H_k и определяемая коэффициентом передачи для соответствующей ветви. Но в процессе функционирования системы установившийся режим может быть нарушен из-за скачкообразного изменения одного или нескольких сопротивлений обороту. В этом случае переходной процесс в цепи отдельного экономического блока будет протекать аналогично рассмотренному, а величина скачка H может быть определена из анализа установившихся процессов до и после скачка.

Наиболее чувствительным к изменению экономической, финансовой и политической среды в цепи АПК является сопротивление обороту на общем рынке R_4 . Поэтому предположим, что произошло скачкообразное изменение на величину ΔR_4 . Так как сопротивление R_4 является общим для всех контуров (рис. 6), то в каждом из них произойдет скачок товаро-

оборота в большую или меньшую сторону в зависимости от знака скачка ΔR_4 .

$$\Delta i = \frac{H_k}{R_k + \Delta R} - \frac{H_k}{R_k},$$

где H_k – эффективность соответствующего контура;

$R_k = R_{0k} + R_{1k} + R_{3k} + R_4 + R_{5k}$ – суммарное сопротивление оборота соответствующего контура до скачка.

Скачок же стоимости на R_4 составит:

$$\Delta H_4 = \frac{\Delta R(R_k - R_4)}{R_k(R_k + \Delta R)} H_k, \quad (31)$$

где R_4 – рыночное сопротивление обороту до скачка.

Из выражения (31) с очевидностью следует, что завышение цен на общем рынке после окончания переходного процесса вовсе не соответствует ожидаемой прибыли у продавцов, так как ΔR находится как в числителе, так и в знаменателе.

Чтобы определить ΔR_{opt} , при котором скачок стоимости ΔH_4 достигает максимума, приравниваем производную (31) по ΔR_4 нулю. Получим $\Delta R_{opt} = R_4$, т. е. для максимального скачка ΔH_4 прибыли продавцов, необходимо увеличение R_4 в два раза.

Однако если продавцы решили увеличить в два раза сопротивление обороту ($\Delta R_{opt} = R_4$), надеясь на двойную прибыль, то в связи с уменьшением товарооборота прирост прибыли составит только

$$\Delta H_4 = H_k \frac{R_4(R_k - R_4)}{R_k(R_k + R_4)}.$$

Эта формула действительна только для скачка $\Delta R = R_4$, и показывает, что реальное увеличение прибыли существенно ниже ожидаемого. Например, при $R_4 = 0,125R_k$, что соответствует более менее солидарному распределению прибыли при балансе экономики, получим прирост прибыли:

$$\Delta H_4 \approx H_k,$$

а рыночный оборот при этом уменьшится на величину $\Delta i_k \approx 0,11i_k$, где i_k – оборот в контуре до скачка R_4 .

Увеличение же мощности прибыли продавцов произойдет на величину:

$$\Delta N_4 = N_{4-} - N_{4+} = 0,79i^2 2R_4 - i^2 R_4 = 0,58N,$$

где N_{4-} – мощность прибыли продавцов до скачка;

N_{4+} – мощность прибыли продавцов после скачка.

Проведенный макроэкономический анализ системы показал, что при использовании формализмов диалектической логики устанавливаются строгие соотношения между параметрами экономических процессов, и управление ими может осуществляться как изменением эффективностей соответствующих подсистем, так и изменением параметров процессов R , C , L .

Но в настоящее время не существует методов для определения эффективностей и параметров процессов R , C , L . Это обусловлено тем, что нет обоснованных методик и подходов для определения этих коэффициентов. В дальнейшем планируется разработка методов по нахождению параметров R , C , L , что позволит применить выведенные соотношения для макроэкономического анализа АПК.

Выводы

1. Предложена методика макроэкономического моделирования эффективности и устойчивости системы АПК, использующая потоковые модели стоимости.

2. Модифицирована эквивалентная экономическая цепь системы АПК, и получены уравнения и условия ее баланса в установившемся режиме.

3. Исследованы переходные режимы отдельного экономического процесса и показаны условия его устойчивости.

4. Проведен анализ цепи системы АПК для скачка сопротивления обороту стоимостей на общем рынке и получены соотношения, позволяющие прогнозировать уровни скачков цен и мощностей товарооборота.

Список литературы

1. Денисов, А. А. Макроэкономическое управление и моделирование: Пособие для начинающих реформаторов / А. А. Денисов. – СПб : Омега, 1997.
2. Лойко, В. И. Методическое обеспечение структурной перестройки предприятий агропромышленного комплекса в переходный период / В. И. Лойко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2000.
3. Попов, В. П. Основы теории цепей : учебник для вузов / В. П. Попов. – М. : Высш. шк., 1985.
4. Денисов, А. А. Теория систем и системный анализ / А. А. Денисов, В. Н. Волкова. – М. : Политехника, 1999.