

**А.А. Набоких**

## **Методические основы измерения устойчивости развития рынка культивируемых грибов**

Понятие «устойчивое развитие» было введено в экономическую теорию Н.П. Огановским еще в начале XX века. В настоящее время этот термин имеет более сотни определений. Как отмечает академик А.Д. Урсул [1], количество этих дефиниций увеличивается в связи с протеканием естественного процесса осознания будущего развития, которое туманно и имеет бесконечное число альтернатив. Отсутствие единой спецификации объясняется сложностью понятия «устойчивое развитие», включающего экономические, социальные, экологические и другие аспекты развития общества, и гетерогенностью мнений репрезентантов различных слоев общественности. В рамках данного исследования устойчивое развитие интерпретируется как сохранение изостатического состояния в течение длительного периода, достигаемое исключением действий, способных вывести развитие объекта из состояния динамического равновесия.

Устойчивое развитие любого рынка представляет собой сложную, синтетическую категорию, выражающую воздействие всего комплекса детерминантов развития, создающую условия для оптимального, с точки зрения участников исследуемого рынка, движения его основных показателей, нивелирование их динамических колебаний [2, 3].

Устойчивое развитие рынка характеризуется отсутствием или низкой степенью стихийности и неупорядоченности. Устойчивое развитие проявляется в предсказуемом и равномерном видоизменении рынка. Рынок может развиваться плавно, без внезапных скачков в то или иное направление, но и может и колебаться: неожиданно менять вектор своего эволюционирования. Устойчивое развитие рынка и дефицит серьезных диспропорций и колебаний являются основой для создания условий роста экономики.

Стихийное развитие рынка проявляется в неконтролируемом, стохастическом и неупорядоченном характере изменений его категорий. Непредсказуемость рынка, действие случайных, непредвиденных обстоятельств выражается в смещении параметров от направляющей нормального эволюционирования. Колебания могут проявляться в динамическом (колебания во времени) и пространственном (колебания по регионам, предприятиям, пр.) градиентах. В динамическом градиенте рассматриваются отклонения от тренда, в пространственном – от среднего уровня измеряемого показателя состояния рынка. Выявленный размах колебаний указывает на степень устойчивости рынка. Незначительные колебания свидетельствуют об устойчивости рынка и его развития, и как следствие, о надежности полученных оценок и прогнозов.

Подчеркнем, что необходимо отличать стабилизацию рынка от состояния его устойчивого развития. Процесс стабилизации рынка – это лимитированный в границах определенного временного промежутка процесс приведения его в положение сокращения факторов упадка и регресса параметров функционирования.

Обнаружение неустойчивости происходит в связи с возникновением регулярного социально-экономического диссонанса между прошлым и будущим, что оборачивается нарушением паритета системы и образованием кризисных ситуаций; последние имеют всевозможные типы проявлений и диапазоны распространения: от локальных до общего катастрофического состояния. Неустойчивость развития рынка проявляется в виде кризисных моментов, инфляционных ожиданий, наличии ажиотажного спроса, проявления диспропорциональности, резких колебаний и другом.

Производство культивируемых грибов – процесс, происходящий под влиянием агрегированной системы технологических, экономических, биологических и других факторов. Возникает необходимость исследования динамики устойчивости рынка культивируемых грибов для лоцирования резервов ее повышения [4, 5].

Рынок, в том числе и культивируемых грибов, – явление динамическое; в качестве абсциссы экономической кривой, отражающей его развитие, выступает время. Проблема устойчивого развития рынка культивируемых грибов идентифицируется нами, прежде всего, с отслеживанием динамики основных рыночных категорий – предложения, спроса и установившейся рыночной цены.

Изучить устойчивость развития рынка можно на основе статистических данных об объемах реализуемой на рынке продукции, ценовых показателях и др. Используемая числовая информация должна быть измерена по одной методике, в единых единицах измерений.

Устойчивость рынка культивируемых грибов можно рассматривать с двух точек зрения:

- 1) устойчивость уровней исследуемого временного ряда;
- 2) устойчивость выявленной тенденции.

Условием измерения колеблемости рынка является предварительное измерение тенденций развития.

Располагая достаточно большим объемом исходных данных, можно проследить за изменением показателей устойчивости рынка культивируемых грибов в течение некоторого периода времени. Следует полагать, что с развитием производительных сил в грибоводстве и ростом реальных денежных доходов населения рынок культивируемых грибов должен устойчиво развиваться.

Тенденция (от лат. *tendentia* – направленность) – выявленные в результате экономического анализа, наблюдаемые устойчивые соотношения, свойства, признаки, присущие экономической системе, экономике страны, предприятия, фирмы, показателям доходов, расходов, потребления семей, спросу и предложению на рынке товаров и услуг; сложившаяся направленность экономических процессов. На основе тенденций можно делать выводы о ходе экономических процессов в будущем, прогнозировать экономические показатели [6].

Устойчивость развития рынка, в том числе и рынка культивируемых грибов, проявляется в типе расхождений эмпирических уровней развития от выявленной тенденции. Антитезой устойчивого развития рынка является его колеблемость, в своей крайности доходящая до развития катастрофического, вызванного проявлением стихийных сил либо нарушением действия социальных закономерностей.

Для определения тенденции развития рынка необходимо провести анализ изменений основных параметров рынка. Уровень предложения характеризуется, в основном, объемом выращенных культивируемых грибов; колеблется в разные периоды (годы) под действием экономических параметров. Относительно плавно валовый сбор продукции грибоводства реагирует на интенсивные факторы: научно-технический прогресс, повышение квалификации рабочей силы, совершенствование организации производства. Объем спроса исследуемого рынка определяется уровнем потребления культивируемых грибов. Последний обуславливается доходами населения, его предпочтениями и другими, неэкономическими параметрами.

Для обнаружения основной тенденции развития могут использоваться следующие методы:

- укрупнение интервала динамического ряда;
- метод скользящей средней;
- аналитическое выравнивание ряда динамики.

Наиболее достоверным способом выявления тенденции развития рынка является последний из указанных методов – аналитическое выравнивание ряда динамики или построение трендовых моделей.

Под трендом (от англ. trend – тенденция) понимают направленность изменения экономических показателей, определяемая путем обработки статистических данных и установления на этой основе тенденций экономического роста или спада. Под трендом понимают также расчетную спрямляемую кривую изменения экономического показателя, построенную путем математической обработки статистических данных, на основе

динамических рядов [6].

Аналитическое выравнивание динамического ряда позволяет не только установить направление, но и скорость, и характер преобразований.

Модель, отражающую изменение экономического показателя в такой цепочке, называют трендовой моделью.

Исследование колеблемости рынка с использованием аналитического выравнивания позволяет определить силу и характер колебаний.

Для проверки гипотезы о наличии тренда используем метод «восходящих и нисходящих» серий. Для исследуемого динамического ряда  $y_1, y_2, \dots, y_n$  определяется вспомогательная последовательность величин

$$\delta_i = \begin{cases} +, & \text{если } y_{t+1} > y_t \text{ для } t = 1, 2, \dots, n-1 \\ -, & \text{если } y_{t+1} < y_t \text{ для } t = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Далее подсчитывается общее число серий  $\nu(n)$  в совокупности  $\delta_i$  и протяженность самой длинной серии  $\tau_{\max}(n)$  (под серией понимается последовательность подряд идущих плюсов или минусов). Для подтверждения гипотезы о наличии зависящей от времени случайной составляющей необходимо выполнение системы неравенств:

$$\begin{cases} \nu(n) > \left[ \frac{1}{3}(2n-1) - 1,96\sqrt{\frac{16n-29}{90}} \right] \\ \tau_{\max}(n) < \tau_{\text{критическое}}(n) \end{cases}$$

Как показали произведенные расчеты, динамика временных рядов валового сбора продукции грибоводства в РФ, объема спроса исследуемого рынка и цены свежих культивируемых грибов за период 1994-2012 гг. характеризуется наличием систематической составляющей – в их изменении присутствуют тенденции.

Наиболее часто для моделирования трендов используют следующие функции ( $y^t$  – теоретическое, выровненное значение исследуемого показателя,  $t$  – параметр времени,  $a, b, b_i, u \in \mathbf{R}$ ):

- 1) линейная:  $y^t = a + bt$ , описывающая равномерное развитие рынка;

2) полиномиальная  $k$ -го порядка ( $k \in \mathbb{N}$ ):  $y^t = a + b_1 t + b_2 t^2 + \dots + b_k t^k$ , в зависимости от параметров описывающая и рост, и спад, и ускорение, и замедление развития рынка;

3) экспоненциальная:  $y^t = a e^{bt}$ , обычно отражающая нарастание приростов;

4) модифицированная экспонента:  $y^t = u + a b^t$ , характеризующая процессы с «насыщением»;

5) степенная:  $y^t = a t^b$ ;

6) показательная:  $y^t = a b^t$ , часто используемая для сглаживания процессов, характеризующихся относительной постоянностью цепных темпов роста;

7) логарифмическая:  $y^t = a + b \lg t$ , описывающая равномерный или ускоренный рост параметров рынка, сменяемый замедлением развития;

8) гиперболическая:  $y^t = a + b \frac{1}{t}$ , характеризующая спад с прогрессирующим замедлением к концу исследуемого периода;

9) кривая Гомперца:  $y^t = u a^{b^t}$ ;

10) логистическая кривая (кривая Перла-Рида):  $y^t = \frac{u}{1 + b e^{-at}}$ .

Параметры указанных функций определяются с помощью метода наименьших квадратов. Выбор наилучшей формы зависимости может осуществляться с помощью различных критериев ( $n$  – число уровней динамического ряда,  $y_i$  –  $i$ -ый уровень исследуемого динамического ряда (эмпирическое значение) ( $i=1,2,\dots, n$ ),  $y_i^t$  –  $i$ -ый уровень исследуемого динамического ряда (теоретическое значение) ( $i=1,2,\dots, n$ )): среднего

коэффициента аппроксимации  $E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y_i^t|}{y_i}$ ; коэффициента корреляции  $r$

(корреляционного отношения  $R$ ); среднего квадратического отклонения

остатков  $S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^t)^2}{n}}$ ; нормальности распределений отклонений, о

котором можно приближенно судить, вычислив величину

$S^* = \frac{S_y \sqrt{n(n-1)}}{1,253 \sum_{i=1}^n |y_i - y_i^t|}$ ; коэффициента автокорреляции

$R_a = \frac{\sum_{i=2}^n (y_i - y_i^t)(y_{i-1} - y_{i-1}^t)}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^t)}$ ; T-критерия достоверности Стьюдента

$T = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$ , F-критерия Фишера – отношение дисперсий факториальной к

остаточной и др.

Произведенные с помощью программы REGR1 расчеты показали, что наилучшими формами зависимости, описывающими основные категории рынка культивируемых грибов в России, являются следующие функции:

– для годового объема производства культивируемых грибов в РФ:

$$y^t = 2,299 + 0,63t + 0,047t^2 - 0,003t^3 \text{ (в тыс. тонн);}$$



Рис. 1. Динамика объема производства культивируемых грибов в РФ за 1994-2012 гг.

– для годового объема спроса на культивируемые грибы:

$$y' = 6,538 - 2,32t + 0,603t^2 - 0,017t^3 \text{ (в тыс. тонн);}$$



Рис. 2. Динамика спроса на культивируемые грибы в РФ за 1994-2012 гг.

— для среднегодовой цены шампиньонов:  
 $y' = 39,338 - 5,434t + 0,921t^2 - 0,013t^3$  (в рублях), вешенки:  
 $y' = 39,18 - 7,1t + 0,9993t^2 - 0,014t^3$  (в рублях).



Рис. 3. Динамика среднегодовой цены шампиньонов в РФ за 1994-2012 гг.



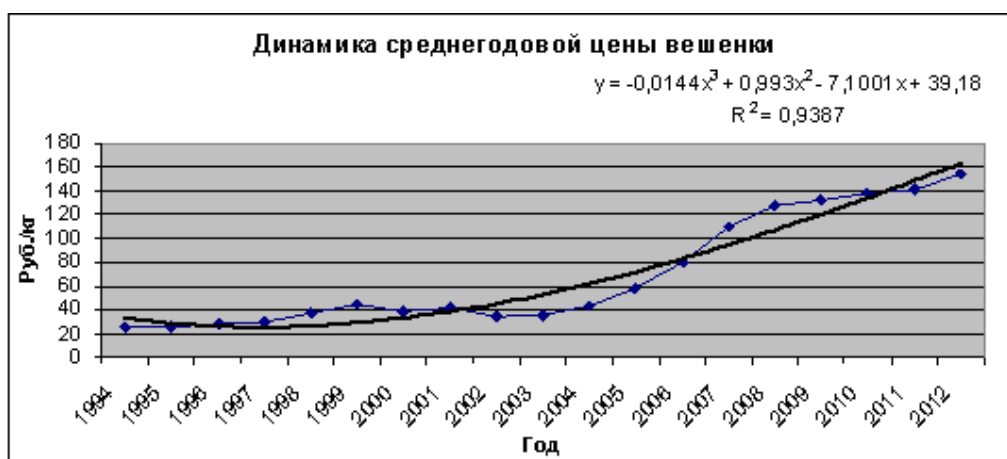


Рис. 4. Динамика среднегодовой цены вешенки в РФ за 1994-2012 гг.

С помощью построенных трендовых моделей можно оценить устойчивость развития рынка культивируемых грибов во времени. Устойчивость динамического развития какого-либо рынка проявляется в характере отклонений эмпирических уровней ряда от выровненных.

Для определения меры устойчивости используются абсолютные и относительные показатели. Разные методы их измерения исследовались в работах Четверикова Н.М. [7], Каякиной М.С. [8], Юзбашева М.М. [9], Маннеля А.И. [9, 12], Загайтова И.Б. и Половинкина П.Д. [10], Бойко И.П. [11], Афанасьева В.Н. [12], др.

Абсолютными показателями, характеризующими силу колебаний, являются:

1) размах колебаний:  $R_y(t) = y_{\max} - y_{\min}$  ;

2) размах колеблемости средних уровней выше и ниже трендовых:  $R_y(t) = \overline{y_v} - \overline{y_n}$ , где  $\overline{y_v}$  – средний уровень исследуемого показателя выше тренда,  $\overline{y_n}$  – средний уровень исследуемого показателя ниже тренда;

3) среднее линейное отклонение:  $d_y(t) = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - y_i^t|}{n - p}$ , где  $p$  – число

параметров тренда,

$$4) \quad \text{среднее квадратическое отклонение: } \sigma_y(t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^t)^2}{n - p}}.$$

Абсолютные показатели не могут использоваться для сопоставления различных динамических рядов, поскольку выражаются в единицах измерений исследуемых параметров рынка. Сопоставление средних линейных и квадратических отклонений по базам скользящего при многократном аналитическом выравнивании предоставляет информацию об изменении устойчивости уровней за исследуемый период. Рассчитывают параметры уравнения трендов  $d_y(t)$  и  $\sigma_y(t)$  – среднее изменение и темп изменения. Снижение колеблемости эквивалентно повышению устойчивости изучаемых процессов.

Силу колеблемости показателей развития рынка можно измерить и с помощью относительных показателей.

Так, В.Н. Афанасьев предлагает рассчитывать индекс устойчивости уровней динамического ряда как отношение средних уровней исследуемых категорий выше и ниже трендовых:  $i_y = \frac{\bar{y}_B}{\bar{y}_H}$ .

Незначительная величина индекса устойчивости говорит о незначительной колеблемости показателя, а, следовательно, и о высокой устойчивости.

Вычисляют также следующие коэффициенты, показывающие величину колеблемости в сравнении со средним значением исследуемого показателя:

$$1) \quad \text{коэффициент линейной колеблемости: } K_l = \frac{d_y(t)}{\bar{y}}, \text{ где } \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} -$$

среднее значение исследуемого показателя;

2) коэффициент колеблемости (коэффициент аппроксимации):

$$K_a = \frac{\sigma_y(t)}{\bar{y}};$$

3) коэффициент устойчивости:  $K_y = 1 - K_a$ .

Сводная таблица описанных выше показателей имеет вид:

Категория рынка Показатель	Объем производства культивируемых грибов, т	Объем спроса на культивируемые грибы, т	Цена шампиньонов, руб./кг	Цена вешенки, руб./кг
$R_y(t)$	12019	65479	139	129
$R_y(t)$	-94,444	4749,080	8,867	6,456
$d_y(t)$	623,054	2097,899	9,215	11,485
$\sigma_y(t)$	790,160	2272,639	9,511	12,401
$i_y$	0,990	1,172	1,117	1,097
$K_l$	0,067	0,069	0,115	0,164
$K_a$	0,086	0,075	0,119	0,178
$K_y$	0,914	0,925	0,881	0,822

Небольшое превышение среднего квадратического отклонения над линейным для всех исследуемых категорий указывает на отсутствие среди отклонений резко выделяющихся по абсолютной величине. Коэффициенты колеблемости указывают на умеренную колеблемость показателей, коэффициент устойчивости – на высокую устойчивость уровней исследуемых динамических рядов.

Следует также провести изучение колебаний уровней динамических рядов: резкие колебания цены на продукцию грибоводства и объемов производства культивируемых грибов экономически нежелательны. Эти колебания необходимо сокращать. Однако, сезонные колебания объемов производства неслучайны, так как спрос на культивируемые грибы колеблется по сезонам и равномерное производство требует дополнительных затрат на переработку произведенной продукции. Регулирование рыночной экономики как со стороны государства, так и производителей в значительной мере сводится в координировании колебаний экономических процессов.

В литературе выделяют три основных типа колебаний статистических показателей: пилообразную (маятниковую), циклическую, долгопериодическую и случайно распределенную во времени колеблемость. Первая из них состоит в попеременных отклонениях уровней ряда от тренда то в одну, то в другую сторону. Для циклической долгопериодической колеблемости характерны нечастая смена знаков отклонений от тренда и кумулятивный итог отклонений одного знака. Случайно распределенная во времени колеблемость носит отпечаток нерегулярности, хаотичности.

Проверку случайности уровней ряда можно проводить, например, на основе критерия поворотных точек. В соответствии с данным критерием каждый уровень в ряду отклонений от тренда сравнивается с двумя рядом

стоящими. Если он больше или меньше их, т.е.  $\begin{cases} e_i > e_{i+1} \\ e_i > e_{i-1} \end{cases}$  или  $\begin{cases} e_i < e_{i+1} \\ e_i < e_{i-1} \end{cases}$ , где

$e_i = y_i - y'_i$  ( $i = 2, 3, \dots, n-1$ ), то точка считается поворотной. Общее число поворотных точек обозначается через  $p$ . В случайном ряду чисел должно

выполняться строгое неравенство:  $p > \left[ \frac{2}{3}(n-2) - 2\sqrt{\frac{16n-29}{90}} \right]$ .

В нашем случае для всех исследуемых категорий рынка культивируемых грибов указанное выше свойство выполняется. Следовательно, подтверждается случайный характер колебаний уровней.

В случайной выборке математическое ожидание числа поворотных точек  $\bar{p}$  и дисперсия  $S_p^2$  выражаются формулами:  $\bar{p} = \frac{2}{3}(n-2)$ ,

$$\sigma_p^2 = \frac{16n-29}{90}.$$

Критерием случайности с достоверностью 95% является соблюдение неравенства:  $p > \left[ \bar{p} - 1,96\sqrt{\sigma_p^2} \right]$ .

Если это неравенство не выполняется, трендовая модель считается неадекватной.

Произведенные по имеющимся данным расчеты еще раз подтверждают

адекватность выбранных полиномиальных трендовых моделей.

Другой метод анализа типа колеблемости динамического ряда базируется на вычислении коэффициентов автокорреляции отклонений от тренда. Коэффициент автокорреляции отклонений от тренда первого порядка

рассчитывается по формуле: 
$$r_e^{a_1} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} e_i e_{i+1}}{\frac{e_1^2}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} e_i^2 + \frac{e_n^2}{2}}.$$

При маятниковой колеблемости коэффициент автокорреляции первого порядка близок к -1, при долгопериодических циклах  $r_e^{a_1}$  близок к 1, для случайно распределенной во времени колеблемости знаки отклонений чередуются хаотически, число положительных произведений близко к числу отрицательных, ввиду чего коэффициент автокорреляции близок к нулю.

Для динамического ряда объема произведенных культивируемых грибов в РФ  $r_e^{a_1}=0,358$ , для спроса  $r_e^{a_1}=0,043$ , цены 1 кг шампиньонов  $r_e^{a_1}=0,428$ , цены 1 кг вешенки  $r_e^{a_1}=0,343$ , что свидетельствует о случайном характере колебаний уровней.

Устойчивость развития рынка можно оценивать и с помощью коэффициента колеблемости и среднего темпа роста товарооборота.

Расчет среднего темпа роста осуществляется по следующей формуле:

$$\bar{T} = \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_0}},$$

где  $y_n$  – уровень динамического ряда за последний период,  $y_0$  –

уровень динамического ряда за начальный (базисный) период,  $n$  – число периодов, исключая базисный.

Средний темп роста товарооборота рынка культивируемых грибов за период с 1994 г. по 2012 г. составил 1,306.

В зависимости от значений коэффициента колеблемости и среднего темпа роста товарооборота возможны следующие состояния рынка и переход из одной ситуации в другую (рис. 5).

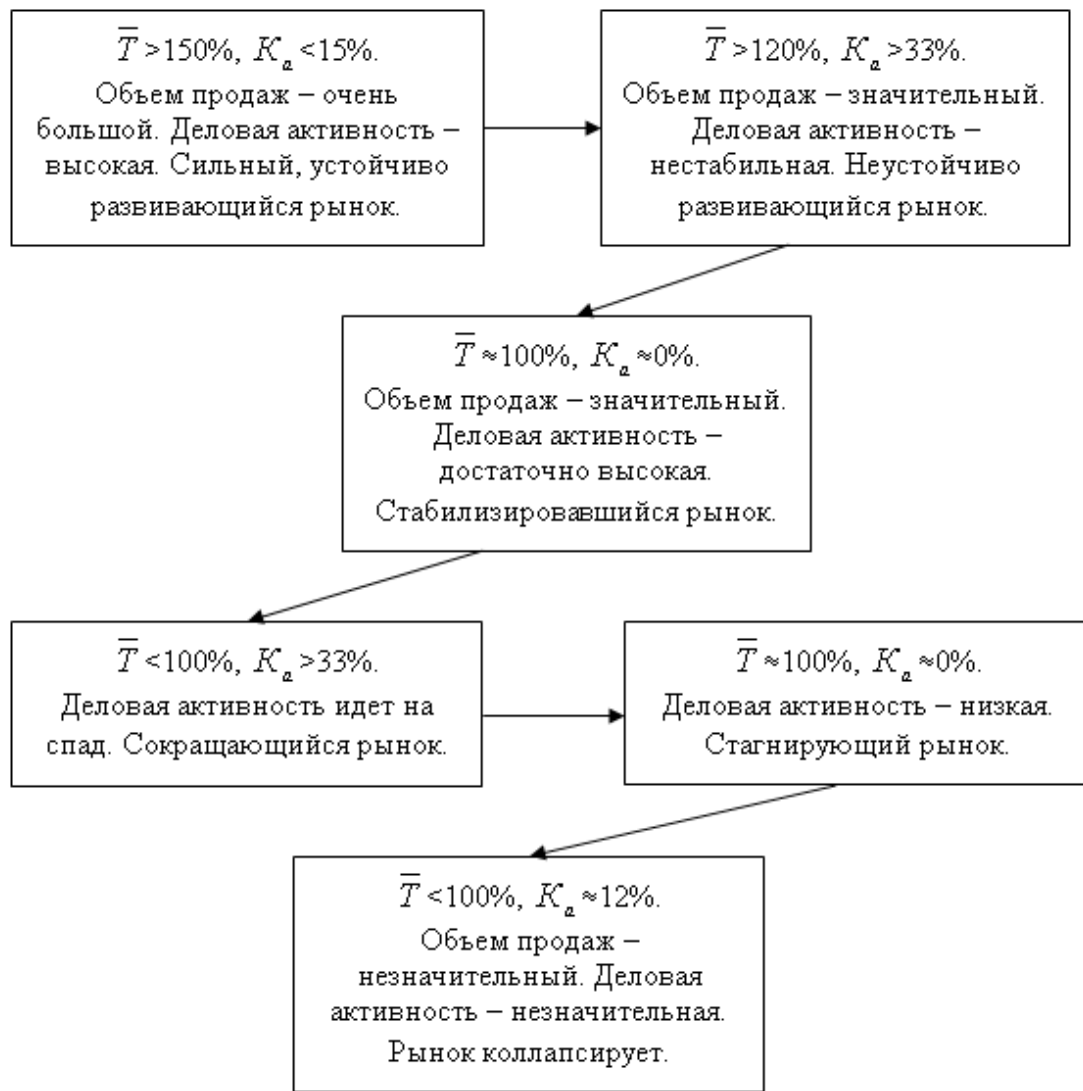


Рис. 5. Варианты оценки рыночной ситуации.

Расчетные данные показывают, что рынок культивируемых грибов относится к неустойчиво развивающимся рынкам.

Для определения непрерывности изменения уровней исследуемого динамического ряда в заданном направлении используют:

1) отношение  $\nu$  числа абсолютных изменений данного знака к общему числу абсолютных изменений.

2) Индекс корреляции:  $R = \sqrt{\frac{RSS}{TSS}}$ , где  $RSS = \sum_{i=1}^n (y_i' - \bar{y})^2$  – сумма квадратов отклонений, объясненная регрессией,  $TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$  – общая сумма квадратов отклонений.

Индекс корреляции показывает меру скоординированности колебаний исследуемого показателя и совокупности действующих на него регрессоров. Чем ближе  $R$  к 1, тем большая устойчивость изменений наблюдается в рассматриваемом временном ряду.

Сопоставление индексов корреляции по различным категориям допускается лишь при требовании равенства количества уровней, поскольку с увеличением числа уровней динамического ряда при неизменных значениях среднего прироста, абсолютной и относительной колеблемости индекс корреляции увеличивается за счет накопления изменений по причине тренда.

3) Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (коэффициент устойчивости тенденции динамики):  $\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}$ , где  $d_i$  – разность рангов уровней исследуемого динамического ряда и рангов номер лет.

$\rho$  характеризует поведение исследуемого показателя во времени. Коэффициент определяет меру изменения исследуемого показателя под воздействием всей системы регрессоров, действующих в течение заданного временного диапазона.

При наличии связанных рангов последняя формула модифицируется:  $\rho = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \Delta}{n^3 - n - 12\Delta}$ , где  $\Delta = \frac{\sum_{j=1}^m (\Delta_j^3 - \Delta_j)}{12}$ ,  $m$  – число связей;  $\Delta_j$  – число одинаковых уровней в  $j$ -ой связке ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).

Коэффициент рангов рассматриваемых периодов времени и уровней исследуемого динамического ряда обладает следующими свойствами:

- 1°.  $|\rho| \leq 1$ .
- 2°. При  $\rho > 0$  наблюдается рост, при  $\rho < 0$  – снижение уровней ряда.
- 3°. При полной прямой связи  $\rho = 1$  (полная устойчивость роста уровней ряда, непрерывный рост).

4°. При полной обратной связи  $\rho = -1$  (полная устойчивость снижения уровней ряда, непрерывное снижение).

5°.  $\rho = 0$  свидетельствует о неустойчивости развития процесса.

6°.  $\rho$  характеризует поведение исследуемого показателя во времени:

– при  $|\rho| \in (0; 0,3)$  наблюдается неустойчивое развитие;

– при  $|\rho| \in [0,3; 0,7)$  наблюдается средняя устойчивость развития;

– при  $|\rho| \in (0,7; 1)$  наблюдается устойчивое развитие:

- при  $|\rho| \in (0,7; 0,8)$  устойчивое развитие 3 степени;
- при  $|\rho| \in [0,8; 0,9)$  устойчивое развитие 2 степени;
- при  $|\rho| \in [0,9; 0,95)$  устойчивое развитие 1 степени;
- при  $|\rho| \in [0,95; 0,975)$  высокий уровень устойчивого развития;
- при  $|\rho| \in (0,975; 1)$  очень высокий уровень устойчивого развития.

Заметим, что при 100%-ой устойчивости изменения (роста или снижения) рядов динамики возможна колеблемость уровней (в этом случае коэффициент устойчивости ниже 100%). И, наоборот, при слабой колеблемости и более слабой тенденции возможно достаточно большое значение коэффициента устойчивости уровней и малое значение коэффициента устойчивости измерения. Зачастую изменение рассмотренных показателей носит коалиционный характер: большая (меньшая) устойчивость наблюдается при большей (меньшей) устойчивости изменения.

Одним из недостатков коэффициента устойчивости роста  $\rho$  является его незначительная чувствительность к варьированиям темпов роста уровней исследуемого ряда. При малых приростах уровней динамического ряда он может показать устойчивый рост.

Исходя из расчетных данных, можно утверждать, что объемы производства и спроса на культивируемые грибы в целом возрастают,



причем рост объема производства характеризуется устойчивым развитием 1 степени, а спрос – очень высоким уровнем устойчивого развития, что подтверждает и полученное значение индексов корреляции.

Категория рынка Показатель	Объем производства культивируемых грибов, т	Объем спроса на культивируемые грибы, т	Цена шампиньонов, руб./кг	Цена вешенки, руб./кг
$\nu$	0,737	0,895	0,833	0,8 89
$R$	0,976	0,995	0,984	0,9 69
$\rho$	0,921	0,998	0,986	0,9 44

Помимо показателей устойчивости уровней временного ряда и устойчивости изменения рассмотрим комплексные критерии устойчивости. Отличие этих критериев от ранее описанных в том, что происходит исследование не уровней изучаемого динамического ряда, а показателей их динамики.

Каяйкина М.С. [8] предлагает рассчитывать величину отношения коэффициента регрессии (среднего прироста) линейного тренда  $y^t = a + bt$  к среднему квадратическому отклонению уровней ряда от тренда:  $K = \frac{b}{\sigma_y(t)}$ .

Коэффициент  $K$  определяет направление динамики коэффициента устойчивости уровней: при  $K > 1$  уровни исследуемого динамического ряда в среднем растут быстрее колебаний; при  $K < 1$  колебания растут значительно, нежели ли чем происходит прирост уровней ряда.

Произведенные расчеты показали, что для годового объема производства культивируемых грибов  $K=0,0007$ , для годового спроса  $K=0,002$ , для средней цены шампиньонов  $K=0,881$ , вешенки –  $K=0,666$ . Малые значения коэффициентов  $K$  свидетельствуют о значительном росте колебаний по сравнению с приростом уровней рассматриваемых рядов

динамики. Если считать, что распределение колебаний динамических рядов близко к нормальному закону распределения, то вероятность снижения уровня следующего года будет ниже, чем предыдущего, для годового объема производства культивируемых грибов и годового спроса составит  $0,5 - \Phi(0,0007) = 0,5$  и  $0,5 - \Phi(0,002) = 0,5$  соответственно, для цены шампиньонов  $0,5 - \Phi(0,881) = 0,189$ , для цены вешенки  $0,5 - \Phi(0,666) = 0,251$ , где

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \text{нормированная функция Лапласа.}$$

В параболическом тренде  $y^t = a + b_1 t + b_2 t^2$  присутствуют два динамических параметра:  $b_1$  – средний прирост за период и  $b_2$  – половина ускорения прироста ( $2b_2$  – ускорение прироста).

$$O = \frac{2b_2}{b_1(\sigma_y(t))},$$

где  $b_1(\sigma_y(t))$  – средний прирост, полученный по достаточно длинному динамическому ряду путем выравнивания показателей  $\sigma_y(t)$ , скользящих или следующих друг за другом.

В зависимости от значений параметров возможны следующие комбинации:

1°. Если  $b_2 > 0$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) > 0$ ,  $O > 1$ , то имеет место и прирост уровней ряда, и колебаний, однако колебания растут медленнее. В результате коэффициент  $K$  увеличивается, т.е. возрастает устойчивость тенденции.

2°. Если  $b_2 > 0$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) > 0$ ,  $O < 1$ , то при возрастании прироста уровней динамического ряда колеблемость растет с большей силой, следовательно, показатель устойчивости тенденции снижается. Данный случай менее благоприятен по сравнению с предыдущим.

3°. Если  $b_2 > 0$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) < 0$ ,  $O < 1$ , то при увеличении прироста уровней колеблемость уменьшается, показатель устойчивости тенденции увеличивается.

4°. Если  $b_2 < 0$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) > 0$ ,  $O < 1$ , то при снижении прироста уровней колебания возрастают, что приводит к снижению показателя устойчивости. Случай можно охарактеризовать как самый неблагоприятный с позиции устойчивости.

5°. Если  $b_2 < 0$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) < 0$ ,  $O < 1$ , то сокращение прироста уровней происходит медленнее аналогичного процесса у колеблемости; показатель устойчивости растет, однако уровни динамического ряда или снижаются, или растут с замедлением.

6°. Если  $b_2 < 0$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) < 0$ ,  $O > 1$ , то снижение прироста уровней ряда происходит быстрее, нежели, чем колебаний, показатель устойчивости уменьшается.

Таким образом, при тренде, представляющем собой полином второго порядка, возможны указанные выше шесть типов динамической устойчивости. Из них первый и третий виды благоприятны; второй и пятый благоприятный в одном аспекте, в другом – неблагоприятны; виды четвертый и шестой неблагоприятны с точки зрения устойчивости.

Расчеты показали, что для годового объема производства культивируемых грибов  $b_2 = -0,039$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) = 1,338$ ,  $O = 0,0583$ , что описывается четвертым случаем из шести описанных выше: при уменьшении прироста уровней колебания увеличиваются, что приводит к уменьшению показателя устойчивости. Для годового спроса на культивируемые грибы:  $b_2 = 0,108$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) = 1,742$ ,  $O = 0,124$ , что представляется вторым случаем: при увеличении прироста уровней ряда колеблемость увеличивается с большей силой, и, значит, показатель устойчивости тенденции уменьшается. Для средней цены на шампиньоны  $b_2 = 0,530$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) = -2,227$ ,  $O = -0,476$ , для средней цены на вешенку  $b_2 = 0,560$ ,  $b_1(\sigma_y(t)) = -3,546$ ,  $O = -0,316$ , что свидетельствует об увеличении показателей устойчивости тенденции и уменьшении колеблемости уровней (третий случай).

Трендовые модели могут быть использованы для получения краткосрочных прогнозов. В этих случаях предполагается, что выявленная тенденция рассматриваемого показателя при некоторых условиях может быть экстраполирована на некоторый период.

### Литература

1. Урсул, А.Д. Концептуальные проблемы устойчивого развития [Текст] / А.Д. Урсул // Бюллетень РАН. Использование и охрана природных ресурсов в России. –2005. – № 1. – С. 30-38.
2. Кирысов, А.С. Формирование эффективной транспортно-логистической системы регионального уровня на основе концепции устойчивого развития // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. – 2013. – № 1. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1493/> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Халяпин, А.А. Формирование механизма государственного регулирования устойчивого развития предпринимательских структур Краснодарского края // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. – 2012. – № 4 (часть 2). URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1459> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. Jones, K. Shiitake. The Healing Mushroom [Text] / K. Jones // Healing Arts Press Rochester, Vermont, 1995. – P. 113.
5. Mizuno, T. Shiitake, Lentinus edodes: functional properties for medicinal and food purposes [Text] / T. Mizuno // Food Reviews International, 1995, 11(1). – P. 111–128.
6. Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь [Текст] / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. — 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 479 с.
7. Четвериков, Н.М. Статистические и стохастические исследования [Текст] / Н.М. Четвериков. – М.: Госстатиздат, 1963. – 319 с.
8. Каяйкина, М.С. Статистическое изучение колебаний урожайности основных сельскохозяйственных культур в совхозах Ленинградской области

[Текст] / М.С. Каяйкина // Труды Лен. СХИ: Использование регрессионных моделей в оценке хозяйственной деятельности совхозов. – Т.273. – Л.-Пушкин: ЛСХИ, 1975.– С. 23-30.

9. Юзбашев, М.М. Статистический анализ тенденций и колеблемости [Текст] / М.М. Юзбашев, А.И. Маннеля. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 208 с.

10. Загайтов, И.Б. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства [Текст] / И.Б. Загайтов, П.Д. Половинкин. – М.: Экономика, 1984. – 240 с.

11. Бойко, И.П. Проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства [Текст] / И.П. Бойко. – Л.: изд-во ЛГУ, 1986. – 168 с.

12. Маннеля, А.И. Измерение устойчивости производства продукции земледелия [Текст] / А.И. Маннеля // Сб. тр. «Статистический анализ развития АПК». – М.: Наука, 1992. – С. 60-73.

13. Афанасьев, В.Н. Статистическое обеспечение проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства [Текст] / В.Н. Афанасьев. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.