

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА

УДК 311.14

Людмила Валерьевна Беньковская, преподаватель кафедры статистики и экономического анализа ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»
Тел.: (3532) 76-39-93
Эл. почта: ludmila-ben@rambler.ru

На основе статистического подхода к пониманию сущности риска и анализа существующих статистических показателей риска производства зерна, дополненных показателями устойчивости и колеблемости, автором был разработан новый интегральный показатель риска, адекватность и объективность которого доказана с помощью многомерных статистических методов. С учетом природы формирования тенденции и колеблемости производства зерна была систематизирована совокупность статистических показателей риска.

Ключевые слова: *риск, риски производства зерна, система статистических показателей риска, интегральный показатель риска, факторный анализ, кластерный анализ.*

Ludmila V. Benkovskaya, Lecturer, the Department of Statistics and Economic Analysis, FSBEI HPE «Orenburg State Agrarian University»
Tel.: (3532) 76-39-93
E-mail: ludmila-ben@rambler.ru

STATISTIC INDICATORS OF THE ASSESSMENT OF RISK OF PRODUCTION OF GRAIN

The essence of risk is considered from a position of statistical approach. The existing statistic indicators of risk are analysed and added with indicators of stability and instability. The author developed a new integrated indicator of risk of production of grain. Adequacy and objectivity of an integrated indicator of risk is proved with use of multidimensional statistical methods. Set of statistic indicators of risk was systematized.

Keywords: *risk, risks of production of grain, system of statistic indicators of risk, integrated indicator of risk, factor analysis, cluster analysis.*

1. Введение

Важнейшая цель любого государства – обеспечение продовольственной независимости страны. Одним из направлений достижения параметров Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации является увеличение объемов производства продукции растениеводства, в том числе зерна. Решение этой задачи состоит в минимизации риска производства зерна и повышении его устойчивости. Оценка уровня риска является необходимым условием обоснования и выбора стратегии экономического управления риском, обладающей наивысшей эффективностью. Стохастический характер производства сельскохозяйственной продукции, определяет рискованность производства зерна и обосновывает использование статистического инструментария в исследовании этих рисков.

Отдельные методологические аспекты статистического исследования рисков, в том числе производства продукции растениеводства и зерна, представлены в работах отечественных ученых-статистиков: А.П. Задкова, Н.Н. Куницыной, Н.С. Еремеевой, А.Ю. Крежановской, В.В. Нечаева, Н.С. Низамутдиновой, О.Н. Вагиной, Г.М. Рошко, В.А. Перепелицы, Е.В. Поповой, В.М. Шишкиной, А.Г. Кащенко, а также зарубежных ученых: J.A. Cuddy, P.A. Della Valle, U.K. Deb, C.S. Bantilan, R.E. Evenson, A.D. Roy. Вместе с тем в настоящее время отсутствует адекватный интегральный показатель риска и устоявшаяся система статистических показателей рисков производства зерна. Это обстоятельство обусловило необходимость настоящего исследования.

2. Новый интегральный показатель риска производства зерна. Система статистических показателей риска

Перед нами стояла задача систематизировать имеющиеся статистические показатели риска, дополнить ее на основе теоретического анализа сущности риска и, используя статистические методы, выявить наиболее информативные показатели для оценки риска производства зерна.

Исследование работ по проблемам риска позволило нам выделить основные отличительные черты данной категории и сформулировать определение риска сельскохозяйственного производства с позиции статистического исследования. Риск – стохастическое явление, выражающееся в отклонении от экономически обоснованного результата и имеющее негативные последствия в виде недополучения дохода или определенного количества сельскохозяйственной продукции, и требующее действий, минимизирующих убытки и потери.

Рассмотренный подход к пониманию сущности категории «риск» обусловил выбор основания для построения системы статистических показателей риска.

Одним из важных этапов статистической оценки риска является выбор его индикатора. Учитывая, что обеспечение продовольственной безопасности связано с достижением заданного объема производства зерна, который зависит от размера посевных площадей и урожайности, нами в качестве индикатора риска производства зерна была определена урожайность.

Снижение производства зерна обуславливается различными причинами. Одни причины ведут к случайным отклонениям урожайности от экономически обоснованных уровней, другие сказываются на тенденции изменения урожайности. Непредвиденное снижение урожайности зерновых культур обуславливается, прежде всего, неблагоприятными погодными условиями, влияющими на развитие растений. Тенденция складывается под влиянием комплекса постоянно действующих и эволюционно направленных факторов, отражающих систему агротехнологий. Поэтому изуче-

ние риска связано с исследованием колеблемости уровней и устойчивости тенденции урожайности.

Различная природа основной тенденции и колебаний уровней около тренда, а также связь риска с категорией «устойчивость» и «колеблемость» определяет необходимость оценки риска в двух аспектах: 1) риск отклонения уровней ряда динамики от тренда и 2) риск роста (снижения) уровней. Однако это не означает независимости этих составляющих риска в полной мере. Между ними может существовать связь, определяемая возможным существованием механизмов связи трендового комплекса факторов с факторами колебаний [8].

Для измерения риска отклонения уровней ряда динамики могут использоваться следующие показатели устойчивости (неустойчивости, риска), предложенные в работах В.Н. Афанасьева и нашедшие широкое применение в экономических исследованиях [1, 2]. Абсолютные показатели:

– Размах колеблемости средних уровней за благоприятные и неблагоприятные в климатическом отношении годы за рассматриваемый период:

$$R_{\bar{y}} = \bar{y}_{\text{благ}} - \bar{y}_{\text{неблаг}}$$

где $\bar{y}_{\text{благ}}$ – среднее значение урожайности выше тренда;
 $\bar{y}_{\text{неблаг}}$ – среднее значение урожайности ниже тренда.

Этот показатель используется в случае явно выраженной тенденции и является более устойчивым по сравнению с размахом вариации.

– Среднее линейное отклонение уровней ряда от тренда:

$$d_y(t) = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \tilde{y}_i|}{n - p}$$

– Среднее квадратическое отклонение:

$$S_y(t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2}{n - p}}$$

где y_i – фактический уровень;
 \tilde{y}_i – выровненный уровень;
 n – число уровней;
 p – число параметров тренда.

Абсолютные показатели риска имеют те же единицы измерения, что и уровни исходного ряда, они не учитывают средний уровень изучаемого явления поэтому не могут использоваться при сравнении колебаний различных рядов.

Для сравнения уровня риска двух явлений используются относительные показатели колеблемости. К таковым относятся:

– индекс устойчивости уровней динамических рядов:

$$i_{\bar{y}} = \frac{\bar{y}_{\text{благ}}}{\bar{y}_{\text{неблаг}}} \text{ или } i_{\bar{y}} = \frac{\bar{y}_{\text{В}}}{\bar{y}_{\text{Н}}}$$

– коэффициент линейной колеблемости:

$$K_y^d(t) = \frac{d_y(t)}{\bar{y}}$$

– коэффициент колеблемости:

$$K_y(t) = \frac{S_y(t)}{\bar{y}}$$

Коэффициенты колеблемости отражают величину средней колеблемости в сравнении со средним урожаем. Чаше всего выражаются в процентах.

Риск производства зерна определяется не только колеблемостью его уровней. При тенденции роста урожайности зерновых культур риск недобора зерна снижается. Поэтому важный аспект изучения риска связан с устойчивостью роста.

Для характеристики риска роста (снижения) уровней Н.С. Еремеевой были предложены следующие показатели [4]:

1. Показатель риска, рассчитанный на основе преобразованного В.Н. Афанасьевым [1] в коэффициент устойчивости роста, коэффициент корреляции рангов Спирмена:

$$\Pi_{pc} = 1 - K_r$$

где K_r – коэффициент Спирмена.

2. Показатель риска, рассчитанный на основе индекса корреляции:

$$\Pi_p = 1 - r$$

где r – индекс корреляции.

Показатель риска, рассчитанный на основе коэффициента устойчивости роста, может принимать значе-

ния от 0 до 2. Его значение находится в интервале от 0 до 1 при тенденции роста, от 1 до 2 при тенденции снижения. Чем ближе его значение к 2, тем выше риск снижения урожайности. Показатель риска, рассчитанный на основе индекса корреляции, учитывает любой вид тенденции, и указывает на снижение риска как при положительной, так и при отрицательной статистически значимой тенденции изменения уровней. Но, для урожайности зерновых культур при устойчивой тенденции к росту, риск снижения урожайности сводится к минимуму, а при устойчивой тенденции к снижению урожайности, наоборот риск повышается. Поэтому, применяя показатели риска на основе показателей устойчивости тенденции, надо учитывать сущность риска изучаемого явления.

Еще одним показателем риска роста (снижения) уровней динамического ряда, на наш взгляд, может служить показатель устойчивости, предложенный М.С. Каяйкиной в 1969 году [5]:

$$K_k = b : S_y(t)$$

где b – среднегодовой прирост линейного тренда $\hat{y} = a + bt$;
 $S_y(t)$ – среднее квадратическое отклонение уровней от тренда.

Этот показатель измеряет устойчивость тенденции уже не для уровней динамического ряда, а для показателей их динамики.

Чем больше величина коэффициента K_k , тем менее вероятно, что уровень ряда в следующем периоде будет меньше предыдущего. При распределении колебаний по закону, близкому к нормальному можно определить вероятность снижения уровня следующего периода по сравнению с предыдущим:

$$P(y_i < y_{i-1}) = 0,5 - F(K_k) : 2.$$

$F(K_k)$ – значение функции Лапласа для показателя K_k .

В дальнейшем показатели устойчивости динамики для экспоненциального и параболического трендов были разработаны В.Н. Афанасьевым [2].

Также риск роста может оцениваться на основе показателя устой-

чивости роста, рассмотренного В.В. Нечаевым [6]:

$$D = \frac{n^-}{n}$$

где n^- – число отрицательных цепных абсолютных приростов;
 n – число всех цепных абсолютных приростов.

Для учета двух видов рисков, по нашему мнению, можно использовать *комплексные показатели риска*, основанные на интегральных коэффициентах колеблемости и устойчивости. К таковым можно отнести коэффициент Кадди-Делла-Вэлле, который использовался для анализа неустойчивости урожайности в регионах мира [9]:

$$I_y = CV \sqrt{1 - \bar{R}^2}$$

I_y – коэффициент (индекс) колеблемости;
 CV – коэффициент вариации, рассчитанный как отношение стандартного отклонения к средней величине;
 \bar{R}^2 – скорректированный на число степеней свободы коэффициент детерминации.

Этот индекс может применяться для оценки уровня риска при различных видах тенденции. Он часто используется в зарубежных исследованиях по проблемам производства сельскохозяйственной продукции и обеспечения им населения.

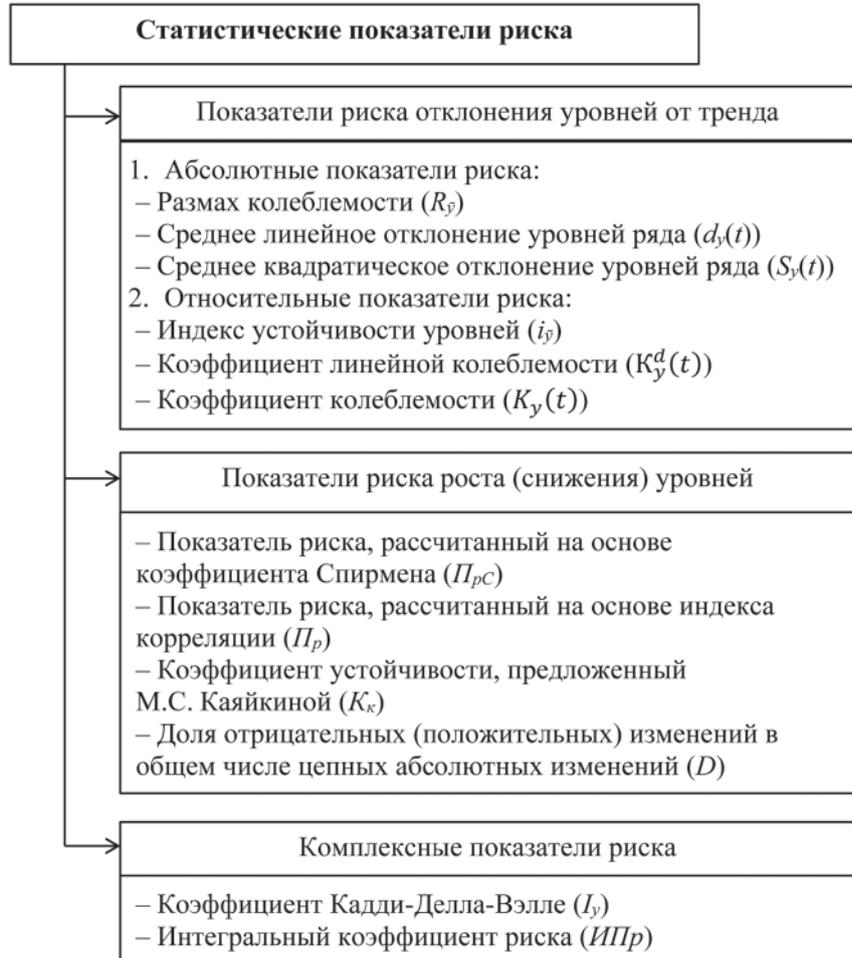
Недостаток индекса колеблемости заключается в использовании коэффициента вариации (а не колеблемости) для отражения риска отклонения урожайности от тренда. Также как и показатель риска, построенный на базе индекса корреляции, он не учитывает направление тенденции урожайности.

Учитывая недостатки выше рассмотренного показателя риска, для комплексной оценки риска снижения урожайности нами разработан *интегральный показатель риска (ИП_р)*:

$$ИП_r = K_y(t) \cdot P(y_t < y_{t-1}),$$

где $K_y(t)$ – коэффициент колеблемости;

$P(y_t < y_{t-1})$ – вероятность, рассчитанная по показателю риска на основе показателя устойчивости М.С. Каяйкиной для линейного тренда.



Источник: составлено автором.

Рис. 1. Система статистических показателей риска производства зерна

Интегральный показатель риска ИП_р одновременно учитывает среднюю абсолютную величину риска отклонения урожайности от тренда, оцененную коэффициентом колеблемости, и вероятность снижения урожайности в каждом следующем периоде ниже значения стандартного отклонения. Чем выше значение ИП_р, тем выше риск снижения урожайности.

Совокупность показателей риска, систематизированная в зависимости от аспекта исследования, представлена на рисунке 1.

Ключевое значение в оценке риска производства зерна имеет выбор показателя или группы показателей, адекватно отражающих уровень риска. В дальнейшем на основе этих показателей могут быть обоснованы направления совершенствования методов управления риском производства зерна. Для

решения этой задачи мы использовали методы факторного и кластерного анализа. Информационную базу составили показатели риска, рассчитанные по муниципальным районам Оренбургской области за 1995–2013 гг. Обоснование выбора временного периода приводятся автором в ранее проведенных исследованиях [3].

Факторный анализ позволил нам выделить наиболее информативные показатели риска (сократить размер признаков пространства) посредством выделения линейной комбинации показателей риска, предложенной системы, имеющих максимально возможную дисперсию. Возможность применения факторного анализа была установлена с помощью критерия Уилкса ($\chi^2_W = 1232,7$, $\chi^2_{кр}(0,05; 78) = 99,6$), подтверждающего взаимосвязи между показателями рисков.

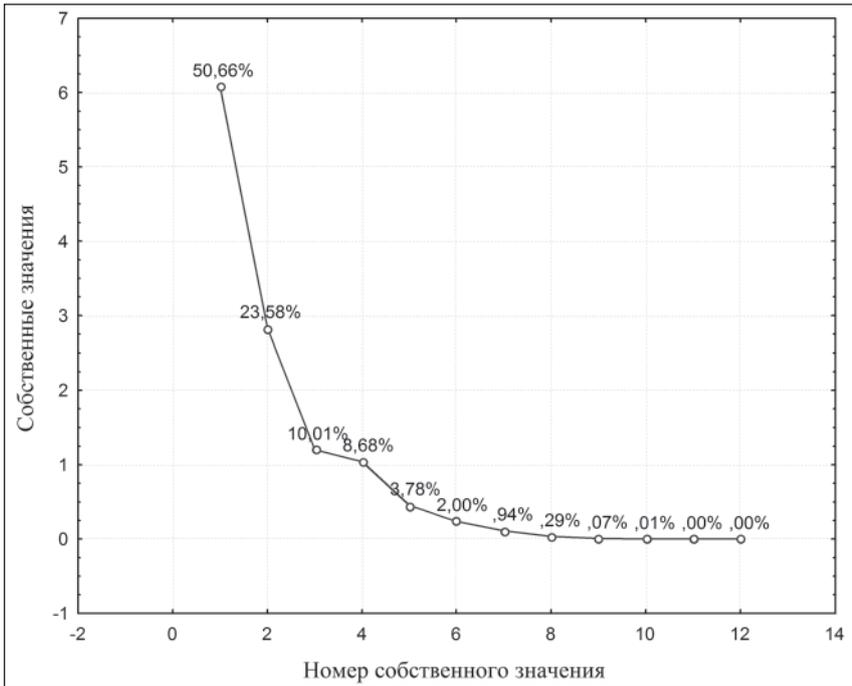


Рис. 2. График каменной осыпи

Используя метод выделения общих факторов по принципу главных компонент в ППП Statistica был получен график каменной осыпи собственных значений (рисунок 2).

Из построенного графика каменной осыпи и результатам применения метода Кайзера видно, что наиболее информативными являются первые три главные компоненты, описывающие 84,3% общей вариации признакового пространства.

Матрица факторных нагрузок, коэффициенты которой есть линейные коэффициенты корреляции главных компонент и показателей риска, позволяет структурировать показатели риска.

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (Показатели риска) Extraction: Principal components (Marked loadings are > .700000)		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
R	0,366878	0,911467	-0,066926
dy(t)	0,327108	0,931558	-0,100462
Sy(t)	0,172147	0,950289	-0,072541
i	0,831253	-0,186194	0,127336
Kd(t)	0,945771	-0,098708	-0,061481
K(t)	0,959670	-0,089680	-0,056270
Прс	0,642248	-0,253593	-0,012228
Пр	-0,095171	0,232870	0,939570
D	0,721702	0,051462	0,322943
ly	0,959616	-0,090020	-0,056160
Кк	-0,700459	0,188117	-0,071878
ИПр	0,973208	-0,105291	-0,057591
Expl. Var	6,078698	2,829840	1,201393
Prp. Totl	0,506558	0,235820	0,100116

Рис. 3. Матрица факторных нагрузок

Первая главная компонента объясняет 50,66% общей вариации и довольно сильно коррелирует с относительными показателями риска отклонения уровней от тренда, показателем риска роста (снижения) уровней рассчитанного на основе коэффициента корреляции Спирмена, и всеми интегральными показателями риска. Абсолют-

ные показатели риска отклонения от тренда тесно связаны со второй главной компонентой, описывающей 23,58% вариации признакового пространства. Показатель риска роста (снижения), построенный на основе индекса корреляции оказался не связанным с остальными коэффициентами риска и обусловил третью главную компоненту.

Поскольку первая главная компонента объясняет наибольшую долю дисперсии признакового пространства, то можно предположить, что именно формирующие ее показатели риска достаточно полно отражают уровень риска. Показатель риска, построенный на основе индекса корреляции, по нашему мнению, не подходит для характеристики риска роста (снижения) производства зерна в Оренбургской области.

С целью более глубокого анализа показателей риска был применен кластерный анализ муниципальных районов Оренбургской области по показателям риска, формирующих первую главную компоненту.

На первом этапе для определения числа кластеров был реализован алгоритм иерархической классификации. В качестве расстояния между объектами было принято обычное евклидово расстояние, а

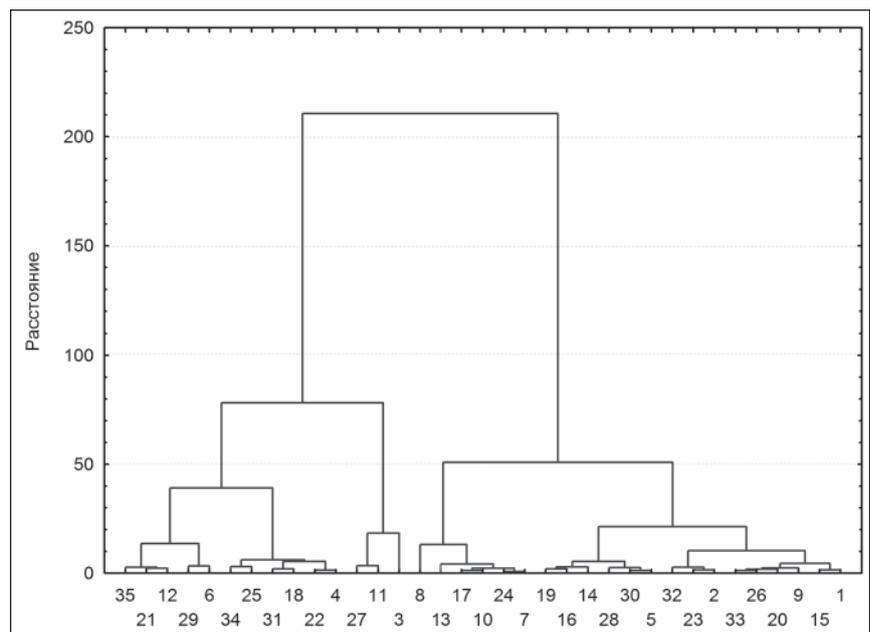


Рис. 4. Дендрограмма кластеризации муниципальных районов Оренбургской области по показателям риска урожайности

Variable	Analysis of Variance (Показатели риска)					
	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
i	15,015	4	4,3335	30	25,9864	0,000000
Kd(t)	3044,538	4	235,1868	30	97,0889	0,000000
K(t)	2994,761	4	230,5363	30	97,4281	0,000000
Прс	0,304	4	0,3903	30	5,8391	0,001342
D	0,048	4	0,0849	30	4,2637	0,007524
Iy	0,284	4	0,0219	30	97,2433	0,000000
Kк	0,011	4	0,0143	30	5,9774	0,001163
ИПр	0,087	4	0,0061	30	106,3751	0,000000

Рис. 5. Дисперсионный анализ показателей риска урожайности

метода вычисления межклассового расстояния – метод Уорда. Результаты представлены на рисунке 4.

На основе дендрограммы было определено пять кластеров муниципальных районов Оренбургской области.

С позиции наилучших аналитических возможностей далее был применен метод *k-средних* при разбиении на 5 кластеров.

Все показатели риска, выделенные на основе факторного анализа, обладают хорошим дискриминирующим свойством.

Характеристики кластеров приведены в таблице 1.

Сравнивая средние показатели риска, представленные в таблице 1, можно сделать вывод, что значения показателей риска согласуются по кластерам. Так, значения коэффициентов риска свидетельствуют о наибольшем риске снижения урожайности в 4 кластере, а о наименьшем риске в 5 кластере. Поскольку в муниципальных районах Оренбургской области за 1995–2013 гг. наблюдается либо отрицательная тенденция, либо отсутствие тенденции изменения урожайности зерновых культур, значения комплексных показателей риска урожайности *Iy*

и ИПр, рассчитанные по муниципальным районам не противоречат друг другу.

Результаты факторного и кластерного анализа системы показателей риска позволяют нам сделать вывод об адекватности и объективности нового интегрального показателя риска.

3. Заключение

Предложенная система статистических показателей риска производства зерна позволяет решить три задачи, а именно оценить риск снижения урожайности в результате действия 1) случайных факторов, к которым относятся природно-погодных факторы; 2) факторов эволюционного характера, формирующих направление тенденции, к которым можно отнести состояние материально-технической базы и уровень применяемых агротехнологий; 3) одновременно факторов случайного и эволюционного характера. В дальнейших исследованиях рисков производства зерна, направленных на совершенствование методов управления рисками, мы будем использовать интегральный показатель риска (ИПр).

Литература

1. Афанасьев В.Н. Статистическое обеспечение проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
 2. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.

3. Беньковская Л.В. Статистический анализ динамики рисков производства зерна в Оренбургской области / II Международная научно-практическая конференция «Социально-экономическое развитие регионов России»: Сборник научных трудов / МЭСИ – М., 2012. – С. 295–303.

4. Еремеева Н.С. Статистическое исследование рисков производства сельскохозяйственной продукции в регионе (на примере Оренбургской области): Автореферат дис. канд. экон. наук. – Самара, 2007 – 24 с.

5. Каяйкина М.С. Статистические методы изучения динамики урожайности (на примере совхозов Ленинградской области). – Л. 1969. – 195 с.

6. Нечаев В., Васильева Н., Фетисов С. Оценка устойчивости развития аграрного сектора // Экономика сельского хозяйства России. – 2010. – № 2. – С. 52–62.

7. Сухарева В.Н., Ларина Т.Н., Павленко О.В. Экономико-статистический анализ повышения урожайности зерновых культур и экономической эффективности производства зерна в сельскохозяйственных организациях Оренбургской области // Известия Оренбург. гос. аграрного ун-та. – 2012. – № 6(38). – С. 141–145.

8. Юзбашев М.М., Манелля А.И. Статистический анализ тенденций и колеблемости. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 207 с.

9. Cuddy J.A., Della Valle P.A. Measuring instability of time series data // Oxford Bulletin of Economics and Statistics. – 1978. – Vol. 40. – P. 79–85.

Таблица 1

Характеристика кластеров по значениям показателей риска

Показатели риска	В среднем по группе				
	1 кластер	2 кластер	3 кластер	4 кластер	5 кластер
<i>i_y</i>	2,15	2,66	1,97	4,21	1,78
<i>K_d^d(t)</i>	42,22	50,45	35,64	63,12	30,44
<i>K_y(t)</i>	48,15	56,65	43,00	69,19	36,00
<i>П_{рс}</i>	0,94	1,19	0,96	1,14	0,96
<i>D</i>	0,45	0,50	0,45	0,56	0,42
<i>I_y</i>	0,47	0,55	0,42	0,67	0,35
<i>Kк</i>	0,008	-0,03	0,01	-0,03	0,01
ИПр	0,24	0,29	0,21	0,35	0,18
Число районов	8	5	12	3	7

References

1. Afanasyev V.N. Statistical providing problem of stability of agricultural production. – M.: Finansy i statistika, 1996. – 320 s.
 2. Afanasyev V.N., Yuzbashev M.M. Analysis time series and forecasting: Textbook. – M.: Finansy i statistika, 2001. – 228 s.
 3. Benkovskaya L.V. Statistic the analysis of dynamics of risks of production of grain in the Orenburg region / II Mezhdunarodnaya nauch-

no-prakticheskaya konferenciya «Socialno-ekonomicheskoe razvitiye regionov Rossii»: Sbornik nauchnyh trudov / MESI – M., 2012. – S. 295–303.

4. Yeremeyeva N.S. Statistical research of risks of production of agricultural production in the region (on the example of the Orenburg region): Abstract yew. edging. econ. sciences. – Samara, 2007 – 24 s.

5. Kayaykina M.S. Statistical methods of studying of dynamics of

productivity (on the example of state farms of the Leningrad region). – L. 1969. – 195 s.

6. Nechayev V., Vasilyeva N., Fetisov S. Assessment of stability of development of agrarian sector // *Ekonomika selskogo hozyajstva Rossii*. – 2010. – № 2. – S. 52–62.

7. Sukhareva V.N., Larina T.N., Pavlenko O.V. The economical and statistical analysis of increase of productivity of grain crops and economic efficiency of production of grain in the

agricultural organizations of the Orenburg region // *Izvestiya Orenburg. gos. agrarnogo un-ta*. – 2012. – № 6(38). – S. 141–145.

8. Yuzbashev M.M., Manellya A.I. Statistic analysis of tendencies and koleblemost. – M.: *Finansy i statistika*, 1983. – 207 s.

9. Cuddy J.A., Della Valle P.A. Measuring instability of time series data // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. – 1978. – Vol. 40. – P. 79–85.