

Ольга БУДЬКО, Вероника МИХАЛИК

*Гродненский государственный университет
им. Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь
e-mail: budko_on@mail.ru*

УДК 338.43:519.24

Классификация районов Гродненской области по эффективности производства зерновых

С использованием интегрального показателя эффективности производства зерновых сельскохозяйственными организациями Гродненской области в 2015–2017 гг. сформированы однородные группы районов (кластеры). Проанализированы средние значения показателей (интегрального и исходных) в кластерах. Использована система из 9-ти показателей эффективности. Основой исследования стал метод k-средних кластерного анализа, реализованный в программном пакете Statistica. Достоверность различия средних значений интегрального показателя в кластерах проверена по критерию Шеффе.

Ключевые слова: производство зерновых, показатели эффективности, интегральный показатель, рейтинг, классификация, метод главных компонент факторного анализа, метод k-средних кластерного анализа.

Olga BUDKO, Veronika MIHALIK

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus
e-mail: budko_on@mail.ru*

Classification of districts of the Grodno region by the efficiency of grain production

With the use of an integral indicator of the efficiency of grain production by agricultural organizations of the Grodno region in 2015–2017 homogeneous groups of districts (clusters) were formed. The average values of indicators (integral and initial) in clusters are analyzed. A system of 9 performance indicators was used. The basis of the study was the method of k-means cluster analysis, implemented in the package Statistica. The reliability of differences in the mean values of the integral indicator in the clusters was checked by the Scheffe criterion.

Keywords: grain production, performance indicators, integral indicator, rating, classification, the method of the principal components of factor analysis, the method of k-means of cluster analysis.

Введение

Стратегически важным направлением деятельности аграрных предприятий нашей страны является производство зерновых и зернобобовых культур. Анализ статистических данных показал, что доля таковых в общей посевной площади отечественных сельскохозяйственных организаций уменьшилась с 49,2% в 2010 г. до 43,5% в 2017 г. [1, с. 60]. Валовой объем сбора зерновых и зернобобовых сократился с 8240 тыс. т в 2015 г. до 7595 тыс. т в 2017 г., причем для зерновых рекордное значение данного показателя (9106,5 тыс. т) было зафиксировано в 2014 г. [1, с. 98]. Урожайность последних уменьшилась с 36,7 ц/га в 2014–2015 гг. до 33,3 ц/га в 2017 г. [1, с. 104].

На протяжении нескольких лет в сельскохозяйственных организациях Гродненской области наблюдаются сокращение размеров посевных площадей, отводимых под зерновые и зернобобовые, уменьшение урожайности данных культур, сокращение их валового сбора.

Упомянутый регион является лидером по урожайности зерновых. В 2015 г. она достигла рекордной отметки 48,1 ц/га, а в 2017 г. уменьшилась до 39,7 ц/га, что значительно превысило среднее по стране значение данного показателя [1, с. 104].

Отметим, что между 2014 г. и 2017 г. в Беларуси самым неблагоприятным периодом для выращивания зерновых и зернобобовых был 2016 г.

Цели работы – формирование и анализ однородных групп районов Гродненской области исходя из эффективности производства зерновых в 2015–2017 гг.

Исходные данные и методика исследования

Базовым материалом послужили данные из отчетов сельскохозяйственных организаций региона за 2015–2017 гг. Изучение информационных источников, оценка эффективности производства иных видов сельскохозяйственной продукции и предварительный анализ исходных данных позволили сформировать следующую систему показателей, характеризующих эффективность производства зерновых:

- X1 – урожайность, всего, ц/га;
- X2 – урожайность в физической массе после доработки, ц/га;
- X3 – количество зерна на 1 балло-га убранной площади зерновых (в амбарном весе), кг;
- X4 – процент товарности, %;
- X5 – себестоимость реализации 1 т зерна, BYN;
- X6 – затраты на 1 т зерна, BYN;
- X7 – затраты на содержание основных средств на 1 т зерна, BYN;
- X8 – затраты на содержание основных средств на 1 га убранной площади, BYN;
- X9 – рентабельность реализации, % [2].

Исходные данные были сгруппированы применительно к районам.

По совокупности однокритериальных рейтингов в отношении каждого из перечисленных показателей невозможно однозначно оценить уровень эффективности производства зерновых [2]. Методом главных компонент факторного анализа нами вычислен интегральный показатель R (рейтинговое число) и осуществлено ранжирование районов по эффективности производства зерновых в 2015–2016 гг.

Методика исследования включает в себя перечисленные далее этапы [2, 3, 4].

1. Формирование системы показателей и предварительный анализ.
2. Вычисление интегрального показателя эффективности для каждого района.
3. Формирование однородных групп районов (кластеров) по интегральному показателю методом k -средних кластерного анализа.
3. Анализ средних значений показателей в кластерах.
4. Сравнительный анализ полученных результатов.

Исходные данные были нормированы и приведены к одному направлению (чем больше, тем лучше). Они приняли значения от 0 до 1, став безразмерными величинами.

Для исследования применялись следующие методы: расчетно-аналитический, сравнение, метод k -средних кластерного анализа. Расчеты проводились с использованием программных средств Statistica и Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Нормированные исходные данные для 17-ти районов по 9-ти показателям были преобразованы методом главных компонент факторного анализа в 3 главных фактора, обуславливающих более чем 90% общей дисперсии показателей [5, с. 13]. Интегральные показатели, характеризующие эффективность производства зерна в каждом районе в 2015–2017 гг., вычислены по формулам:

$$R_{i,2015} = 53,76 \cdot F_{1,i} + 31,07 \cdot F_{2,i} + 7,43 \cdot F_{3,i}, \quad i = \overline{1,17}, \quad (1)$$

$$R_{i,2016} = 52,08 \cdot F_{1,i} + 24,66 \cdot F_{2,i} + 14,15 \cdot F_{3,i}, \quad i = \overline{1,17}, \quad (2)$$

$$R_{i,2017} = 55,51 \cdot F_{1,i} + 22,15 \cdot F_{2,i} + 13,96 \cdot F_{3,i}, \quad i = \overline{1,17}. \quad (3)$$

где i – номер района, $F_{1,i}$, $F_{2,i}$, $F_{3,i}$ – соответственные значения 3-х главных факторов для каждого i -го района, $R_{i,2015}$ – интегральный показатель i -го района в 2015 г., $R_{i,2016}$ – интегральный показатель i -го района в 2016 г., $R_{i,2017}$ – интегральный показатель i -го района в 2017 г.

В качестве коэффициентов использованы проценты дисперсии, сохраняемой каждым главным фактором.

В опубликованной ранее работе нами подробно описан процесс построения интегральных показателей районов в 2015–2016 гг. [2]. Интегральный показатель за 2017 г. был получен аналогичным способом.

Отметим, что использование метода главных компонент факторного анализа позволяет избежать применения весовых коэффициентов, обычно определяемых экспертным путем и отражающих сравнительную важность критериев (показателей). В данном случае последние сначала были собраны в главные факторы, а затем свернуты в интегральный показатель, не имеющий размерности; в качестве веса главного фактора был использован процент сохраняемой дисперсии показателей.

Результаты расчетов интегрального показателя R представлены в таблице 1. Административные единицы отсортированы по убыванию значения данного показателя, определяющего рейтинг каждой из них.

Таблица 1. Рейтинг и классификация районов Гродненской области по значениям интегрального показателя в 2015 г.

Районы	R_{2015}	Средние значения интегрального показателя R в кластерах
Кореличский	130,78	Кластер 1 130,78
Новогрудский	80,70	Кластер 2 53,86
Зельвенский	47,84	
Гродненский	45,61	
Берестовицкий	41,28	
Сморгонский	17,95	Кластер 3 -6,93
Вороновский	5,14	
Островецкий	0,35	
Мостовский	-5,81	
Щучинский	-7,95	
Слонимский	-12,29	
Ошмянский	-12,62	
Волковысский	-21,62	
Дятловский	-25,56	Кластер 4 -68,84
Лидский	-59,30	
Ивьевский	-78,38	Кластер 5 -146,1
Свислочский	-146,1	

Примечание. Собственная разработка по расчетам в программном пакете Statistica.

По интегральному показателю R можно оценить как позицию района относительно иных, так и изменение рейтинга по периодам. В 2015 г. лидером по эффективности производства зерна с большим отрывом был Кореличский район, за ним следовал Новогрудский. Последние места занимали Свислочский и Ивьевский районы.

В 2016 г. значительно улучшили свои позиции Волковысский, Гродненский, Мостовский, Свислочский и Щучинский районы. Так, Гродненский переместился с 4-го на 1-е место. Существенно (на 3 пункта и более) опустились в рейтинге Ошмянский и Сморгонский районы. Положение остальных изменилось несущественно или сохранилось.

В 2017 г. в группе лидеров произошли некоторые изменения. Гродненский район уступил свои позиции, Берестовицкий – значительно улучшил состояние и переместился с 5-го места на 1-е, став лидером. Положительные изменения произошли в Лидском, Щучинском и Ошмянском районах.

Для классификации (разбиения) административных единиц на однородные группы (кластеры) нами использован интегральный показатель R . Отметим, что непосредственно разделить районы

по 9-ти показателям на достоверно различные группы не представлялось возможным [2]. Поэтому сначала 9 показателей были преобразованы в 3 главных фактора, а затем, с использованием метода главных компонент факторного анализа, в 1 интегральный показатель.

Методом k-средних кластерного анализа, реализованным в пакете Statistica, районы были разбиты на достоверно различные группы (кластеры). В 2015 г. таковых насчитывалось 5, в 2016 г. и 2017 г. – по 4. Достоверность различия средних значений R проверялась по критерию Шеффе. Отметим, что было получено максимально возможное количество достоверно различных кластеров ($p < 0,05$). Результаты кластеризации и средние значения интегрального показателя представлены в таблицах 1, 2, 3.

Из представленных в таблице 1 данных следует, что в 2015 г. кластер 1, бывший лучшим, включал в себя единственный Кореличский район, лидировавший в рейтинге с большим отрывом. Кластер 2 образовали Новогрудский, Зельвенский, Гродненский и Берестовицкий районы со средним значением интегрального показателя эффективности 53,86. Кластер 3, самый многочисленный, состоял из 9-ти районов. В нем среднее значение интегрального показателя было равным $-6,93$, то есть меньшим среднего по области. В кластер 4 вошли Лидский и Ивьевский районы. Кластер 5 (худший) включал в себя только Свислочский район, отличавшийся низким значением интегрального показателя R .

В 2016 г. в кластер 1 (лучший) входили 2 района – Гродненский и Кореличский (см. табл. 2). Они оказались далеко впереди по значению интегрального показателя. Кластер 2 образовали 4 района с достаточно высоким средним значением данного показателя (44,73). Кластер 3 состоял из 10-ти районов, и только Щучинский имел значение R , превышавшее средний уровень по области в 2016 г. Кластер 4 (худший) включал в себя Ивьевский район. Для участников кластеров 3 и 4 были характерны низкие значения интегрального показателя.

Таблица 2. Рейтинг и классификация районов по интегральному показателю в 2016 г.

Районы	R_{2016}	Средние значения интегрального показателя R в кластерах
Гродненский	108,19	Кластер 1 106,81
Кореличский	105,44	
Зельвенский	56,76	Кластер 2 44,73
Новогрудский	50,44	
Берестовицкий	47,50	
Мостовский	24,20	
Щучинский	3,36	Кластер 3 -27,81
Волковысский	-5,08	
Вороновский	-17,89	
Островецкий	-18,19	
Сморгонский	-19,72	
Слонимский	-23,10	
Дятловский	-35,22	
Свислочский	-43,12	
Лидский	-58,94	
Ошмянский	-60,25	
Ивьевский	-114,4	Кластер 4 -114,4

Примечание. Собственная разработка по расчетам в программном пакете Statistica.

В 2017 г. ситуация несколько выровнялась. Не стало больших отклонений значений интегрального показателя у лидеров и аутсайдеров рейтинга, с одной стороны, и у основной группы районов – с другой. Уменьшилась численность административных единиц со значением R ниже среднего, а количество районов в кластерах 1 и 2 увеличилось. По-прежнему в лидерах находились Берестовицкий, Зельвенский, Кореличский и Гродненский районы, отстающими были Ивьевский, Дятловский и Свислочский. Отметим, что в 2017 г. Ошмянский район восстановил свое положение в кластере 3 (см. табл. 3).

Таблица 3. Рейтинг и классификация районов по интегральному показателю в 2017 г.

Районы	R_{2017}	Средние значения интегрального показателя R в кластерах
Берестовицкий	89,26	Кластер 1 80,09
Зельвенский	80,58	
Кореличский	80,16	
Гродненский	70,36	
Щучинский	46,48	Кластер 2 36,66
Вороновский	39,88	
Мостовский	23,61	
Новогрудский	7,56	Кластер 3 -4,69
Ошмянский	6,30	
Волковысский	-12,12	
Лидский	-20,51	
Сморгонский	-55,19	Кластер 4 -68,59
Слонимский	-55,86	
Островецкий	-57,74	
Ивьевский	-66,56	
Дятловский	-85,79	
Свислочский	-90,41	

Примечание. Собственная разработка по расчетам в программном пакете Statistica.

Нами проанализированы средние значения показателей в кластерах на 1 район. Соответствующие данные представлены в таблице 4.

Таблица 4. Средние значения показателей в кластерах в 2015–2017 гг.

Кластеры	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
<i>2015 г.</i>									
Кластер 1	68,69	64,14	83,84	53,40	101,98	107,71	10,74	68,91	38,49
Кластер 2	63,66	59,81	70,43	39,91	136,37	143,93	19,03	116,99	23,82
Кластер 3	48,12	45,07	62,03	40,48	146,20	156,41	16,23	73,26	13,28
Кластер 4	36,89	33,91	50,84	42,13	162,17	172,54	13,26	46,20	-2,38
Кластер 5	32,70	30,79	42,55	37,82	199,55	211,05	34,83	107,22	-21,99
<i>2016 г.</i>									
Кластер 1	54,17	48,86	55,22	59,08	167,11	179,99	25,09	125,01	28,39
Кластер 2	45,39	40,57	45,89	42,02	160,30	169,61	17,26	68,24	22,27
Кластер 3	29,76	26,68	36,15	48,94	180,82	194,70	20,00	53,78	7,12
Кластер 4	21,32	18,18	26,46	31,42	227,78	235,35	12,15	22,08	-8,75
<i>2017 г.</i>									
Кластер 1	60,41	54,63	66,43	32,44	159,10	167,81	18,94	106,71	48,02
Кластер 2	41,48	37,41	53,46	26,40	182,22	193,72	12,50	46,38	32,92
Кластер 3	37,27	33,72	48,19	33,58	173,17	183,40	19,57	69,93	31,60
Кластер 4	31,23	27,72	44,10	33,40	200,42	213,45	24,91	69,64	15,78

Примечание. Собственная разработка по расчетам в программном пакете Statistica.

Согласно представленным данным, в 2015–2017 гг. районы кластера 1 имели наибольшие уровни урожайности зерновых (X1–X3) и рентабельности (X9), самые низкие затраты на содержание основных средств на 1 т зерна (X7) и себестоимость (X5). Однако затраты на содержание основных средств на 1 га убранной площади (X8) в кластере 1 в 2016 г. и 2017 г. были максимальными. Отметим, что уровни урожайности, себестоимости и затрат на 1 т зерна, а также рентабельности монотонно ухудшались при переходе от кластера 1 к кластеру 2 и далее. Остальные показатели изменялись немонотонно. Районы, входившие в кластеры 4 и 5, имели урожайность примерно

в 2 раза меньшую, чем в кластере 1. В то же время затраты на содержание основных средств в этих кластерах оказались высокими, а рентабельность реализации отрицательной, то есть производство зерновых было нерентабельным. Для улучшения положения дел следовало снижать себестоимость продукции.

Сравнивая средние значения показателей в кластерах за 3 года, отметим, что в 2016 г. по сравнению с 2015 г. средние значения урожайности (X1–X3) уменьшились в каждом кластере, а средний процент товарности зерна (X4), наоборот, вырос; в лучших кластерах средняя рентабельность (X9) снизилась, но выросла в худших (3-м и 4-м). Самые высокие средние затраты на содержание основных средств на 1 га убранной площади (X7) и на 1 т зерна (X8) в 2016 г. наблюдались в кластере 1 (лучшем).

В 2017 г. средняя урожайность выросла везде (60,4 ц/га в кластере 1), однако повсюду, кроме кластера 4, до уровня 26–33% снизился средний процент товарности (X4). В кластере 1 до 19 BYN уменьшились средние затраты на содержание основных средств на 1 га убранной площади (X7), однако затраты на 1 т зерна (X8) по-прежнему были самыми высокими (106,7 BYN). Средняя рентабельность продаж (X9) значительно выросла во всех группах, составив 48% в кластере 1 и почти 16% в кластере 4 (худшем).

По данным, приведенным в таблице 5, можно проследить, как изменялось состояние каждой административной единицы между 2015 г. и 2017 г. Кореличский район стабильно находился в лучшем кластере, а Лидский заметно ухудшил свои позиции. Положение остальных изменялось незначительно.

Таблица 5. Динамика изменения номеров кластеров применительно к районам

Районы	Номера кластеров		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Берестовицкий	2	2	1
Волковысский	3	3	3
Вороновский	3	3	2
Гродненский	2	1	1
Дятловский	3	3	4
Зельвенский	2	2	1
Ивьевский	5	4	4
Кореличский	1	1	1
Лидский	5	3	3
Мостовский	3	2	2
Новогрудский	2	2	3
Островецкий	3	3	4
Ошмянский	3	3	3
Свислочский	4	3	4
Слонимский	3	3	4
Сморгонский	3	3	4
Щучинский	3	3	2

Примечание. Собственная разработка по расчетам в программном пакете Statistica.

Заключение

Используемая методика, основанная на проведении многомерного статистического анализа, позволила применять интегральный показатель эффективности производства зерновых, не прибегая к экспертной оценке важности критериев (показателей), ранжировать административные единицы, разбить их на однородные группы (кластеры), провести анализ состояния последних.

В ходе исследования было установлено следующее:

в Гродненской области 2016 г. был неблагоприятным для производителей зерновых, имевших значения ряда показателей худшие, чем в 2015 г. и 2017 г.;

лидерами по показателям эффективности являлись Кореличский и Гродненский районы (кластер 1), худшими – Ивьевский и Свислочский (кластер 4).

Для более детального анализа можно применять используемую в работе методику при оценке и анализе не административных единиц, а сельскохозяйственных предприятий [4]. Это обусловлено тем, что в каждом районе имеются хозяйства как передовые, так и имеющие низкие значения рассматриваемых показателей.

Применение методов многомерного статистического анализа из-за своей сложности требует использования для расчетов статистических пакетов и наличия соответствующих знаний для интерпретации полученных результатов. Положительным результатом является повышение надежности и достоверности расчетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 233 с.
2. Бутько, О. Н. Оценка эффективности производства зерновых по интегральному показателю / О. Н. Бутько, В. С. Захарова // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 35–42.
3. Бутько, О. Н. О методах группировки показателей экономической эффективности / О. Н. Бутько // Экономический анализ, учет и аудит: современные достижения науки и практики: сб. науч. тр. по материалам I Междунар. науч.-практ. конф., 28 февраля 2017 г. – Омск: Профессиональная наука, 2017. – С. 78–85.
4. Бутько, О. Н. Применение методов прикладной статистики для оценки эффективности сельскохозяйственного производства в регионе / О. Н. Бутько // Управление в социальных и экономических системах: материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 18 мая 2017 г.; редкол.: Н. В. Суша (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Минский инновационный университет, 2017. – С. 49–50.
5. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким [и др.]; под ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

Поступила в редакцию 27.05. 2019