

УДК 338.43

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАПСА  
МЕТОДАМИ ПРИКЛАДНОЙ СТАТИСТИКИ**

**О. Н. Будько<sup>1</sup>, В. С. Захарова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»  
г. Гродно, Республика Беларусь  
(Республика Беларусь, 230005 г. Гродно, ул. Гаспадарчая, 23  
e-mail: fem@grsu.by)

<sup>2</sup> – УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь  
(Республика Беларусь, 230008 г. Гродно, ул. Терешковой, 28  
e-mail: ggau@ggau.by)

*Ключевые слова:* рапс, показатели эффективности, регрессионные модели, прогнозирование, анализ, рейтинг, кластерный анализ.

*Аннотация.* Построены линейные регрессионные модели для прогнозирования валового сбора и урожайности рапса по Республике Беларусь, оценено

качество построенных моделей. Проанализированы показатели эффективности производства рапса по районам Гродненской области за 2014 г. Для проведения расчетов использовался табличный процессор MS Excel, средство Анализ данных и пакет Statistica.

## COLZA PRODUCTION EFFICIENCY ANALYSIS BY METHODS OF APPLIED STATISTICS

O. N. Budko<sup>1</sup>, V. S. Zakharova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – EE «The Grodno State University of Ya. Kupala»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230005, Grodno, Gaspadarchaya St., 23

e-mail: fem@grsu.by)

<sup>2</sup> – EE «Grodno State Agrarian University»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, Tereshkova St., 28

e-mail: ggau@ggau.by)

*Key words:* colza, performance indicators, regression models, forecasting, analysis, rating, cluster analysis.

*Summary.* Linear regression models for forecasting of gross collection and productivity of colza across Republic of Belarus are constructed, quality of the constructed models is estimated. Performance indicators of production of colza on areas of the Grodno region for 2014 are analyse. For carrying out calculations the tabular MS Excel processor, means the Analysis of data, and Statistica package was used.

*(Поступила в редакцию 01.06.2016 г.)*

**Введение.** Рапс – культура, признанная во всем мире [1, 2].

В Беларуси существуют позитивные перспективы возделывания рапса. Однако в 2015 г. сложилась негативная ситуация: было посеяно 387 тыс. га озимого рапса, из которых 40% (150 тыс. га) погибло из-за сложных погодных условий. Площади под посевы пришлось пересеять яровым рапсом. Наибольшие потери посевов рапса наблюдались в Гомельской и Могилевской областях.

Помимо площади сельскохозяйственных земель, отведенных под рапс, снизилась и урожайность. В среднем по стране было получено в 2015 г. 19,1 ц/га, что ниже уровня 2014 г. (21,8 ц/га). Рекорд урожайности в 2015 г. зафиксирован в Гродненской области – 27,2 ц/га, однако он меньше, чем в 2014 г. (30,1 ц/га). Минимальная урожайность рапса (11,2 ц/га) зафиксирована в Могилевской области [3].

Валовый сбор рапса в 2015 г. в Беларуси оказался почти в два раза ниже прошлогоднего. Посевная площадь этой культуры по сравнению с 2014 г. уменьшилась с 397,5 до 239,9 тыс. га, что сказалось на конечных

результатах. Всего по республике в 2015 г. получено 458,4 тыс. т маслосемян рапса, в 2014 г. общий результат составил 867 тыс. т [3].

Белорусские ученые работают над новыми гибридными сортами рапса, более приспособленными к меняющимся погодным условиям.

Согласно Государственной программе развития аграрного бизнеса в Беларуси на 2016-2020 гг., в которой планируется существенно повысить эффективность растениеводства, к концу 2020 г. урожайность рапса должна увеличиться на 31% [4].

Подробный экономический анализ функционирования рапсопродуктового подкомплекса АПК в РБ и Гродненской области за прошлое десятилетие проведен в монографии [1]. В статье [5] по данным из статистического сборника [6] проанализирована динамика основных показателей выращивания рапса за 2009-2014 гг., проанализировано влияние концентрации посевов рапса на показатели эффективности его производства. Данная статья в определенной степени является продолжением работы [5].

**Цель работы:** провести анализ показателей эффективности производства рапса сельскохозяйственными организациями Республики Беларусь и Гродненской области методами прикладной статистики.

**Материал и методика исследований.** В работе использованы статистические данные:

- из статистического сборника [6] и монографии [1] – по Республике Беларусь;

- из отчетов 134 сельскохозяйственных организаций Гродненской области за 2014 г., выбранные из базы данных «Бухстат» (Гродненский государственный аграрный университет).

В первой части работы построены уравнения динамики валового сбора и урожайности рапса по республике по данным за 2000-2014 гг., оценено качество моделей, вычислены прогнозные значения на 2015 г.

Использовались следующие методы исследования: графический, сравнение, регрессионный анализ. Расчеты проводились с помощью средства *Анализ данных / Регрессия* табличного процессора Excel.

Отсутствие данных в официальных источниках информации за аналогичный период по районам Гродненской области не дало возможности построить аналогичные модели для прогнозирования валового сбора рапса и урожайности по области.

Вторая часть работы посвящена анализу эффективности выращивания рапса в районах Гродненской области. Использовалась следующая система показателей [2]:

- убранный площадь, га;
- сбор продукции, всего, т;

- урожайность, ц/га;
- себестоимость 1 ц, тыс. руб.;
- трудоемкость 1 ц, чел.-час;
- рентабельность продаж, %.

Методы исследования: группировка данных из отчетов хозяйств по районам, расчетно-аналитический, сравнение, метод k-средних кластерного анализа. Расчеты проводились в пакете STATISTICA 7.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На рисунке 1 представлены значения валового сбора рапса по Республике Беларусь за 2000-2014 гг. (тыс. т), на рисунке 2 – урожайность рапса за этот же период.

**Построение и анализ уравнений динамики.** Построим уравнения динамики валового сбора рапса (1) и урожайности рапса (2) по Республике Беларусь по данным за 2000-2013 гг.

$$Y_{\text{вал}}^{2013} = -83.231 + 51.002 t, \quad (1)$$

$$Y_{\text{ур}}^{2013} = 7.078 + 0.719 t. \quad (2)$$

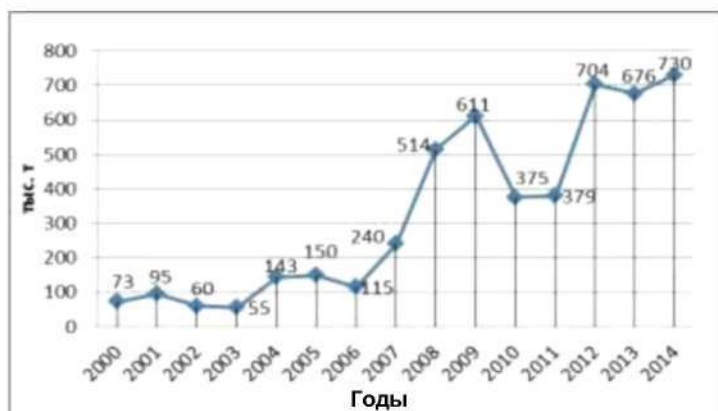


Рисунок 1 – Валовый сбор рапса по РБ за 2000-2014 гг.

Для модели (1):  $R^2=0,7837$ , уравнение значимо по F-критерию Фишера,  $p_t = 2,56 \cdot 10^{-5} < 0,05$  – коэффициент регрессии статистически значим. Для модели (2):  $R^2=0,6703$ , уравнение значимо по F-критерию Фишера,  $p_t = 0,00034 < 0,05$  – коэффициент уравнения значим. Обе модели можно считать адекватными.

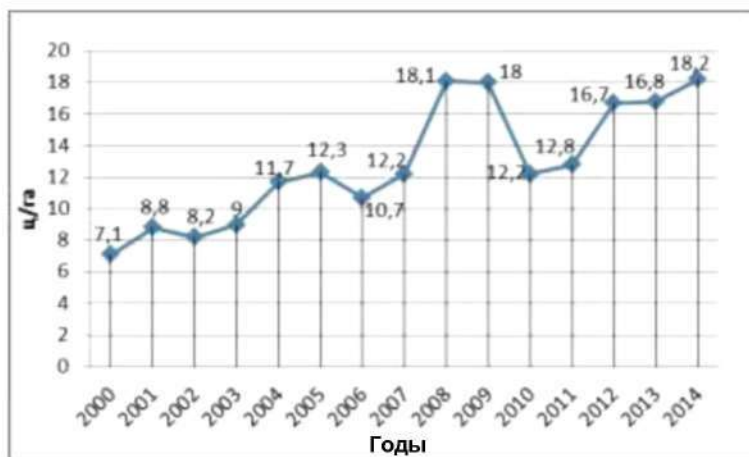


Рисунок 2 – Урожайность рапса по РБ за 2000-2014 гг.

Источник: собственная разработка по данным из [1, 6];

Оценим точность моделей для целей прогнозирования (таблица 1).

Модели (1), (2) строились по 14 наблюдениям. Для вычисления прогнозных значений валового сбора и урожайности рапса на 2014 г. в уравнения подставлялось  $t=15$ . Сравнив отклонение прогноза от факта, получаем, что построенные модели являются достаточно точными, т. к. ошибка прогноза составляет 6,60% по модели (1) и 1,84% по модели (2). Значит, построенные модели можно применять для целей прогнозирования в краткосрочном периоде.

Известно, что точность прогнозирования снижается для последующих периодов. Поэтому для построения прогнозных значений показателей на 2015 г. перестроим уравнения регрессии, добавив данные за 2014 г. Получили новые уравнения динамики (3) и (4):

$$Y_{\text{вал}}^{2014} = -89,657 + 52,207 t, \quad (3)$$

$$Y_{\text{ур}}^{2014} = 7,033 + 0,728 t. \quad (4)$$

Осуществим прогноз валового сбора и урожайности рапса на 2015 г. по моделям (3) и (4) соответственно ( $t=16$ ). Результаты представлены в последнем столбце таблицы 1.

Таблица 1 – Прогнозные значения показателей по Республике Беларусь

Показатель	Факт, 2014 г.	Прогноз на 2014 г.	Отклонение	Прогноз на 2015 г. по моделям (1), (2)	Прогноз на 2015 г. по моделям (3), (4)
Валовый сбор, тыс. т	730	681,8	6,60%	732,8	745,66
Урожайность, ц/га	18,2	17,86	1,84%	18,58	18,67

*Источник: собственная разработка*

Сравнивая результаты прогноза на 2015 г. по разным моделям, можно сделать следующие выводы:

- прогнозные значения обоих показателей несколько выше по моделям (3), (4);
- модели (2) и (4) отличаются незначительно;
- можно применять модели для прогнозирования на 2 периода, не пересчитывая каждый год.

**Анализ эффективности производства рапса по районам Гродненской области.** Результаты оценки эффективности производства рапса в 2014 г. по 17 районам области представлены в таблице 2.

Два первых показателя (убранная площадь, га; валовый сбор рапса, всего, т) являются обобщающими. В качестве показателей эффективности выращивания рапса примем: 1) средняя урожайность, ц; 2) средняя себестоимость 1 ц, тыс. руб.; 3) средняя трудоемкость 1 ц, чел.-час; 4) средняя рентабельность продаж, %.

По каждому показателю построен рейтинг районов (столбцы R1-R6) и рейтинг районов (R) по совокупности четырех показателей эффективности (как среднее арифметическое рейтингов R3-R6). Первую позицию в рейтинге занимает лучший по данному показателю район, последнюю – наихудший.

Анализируя таблицу 2, можно сделать следующие краткие выводы:

1. Всего в 2014 г. по Гродненской области было убрано 42 279 га рапса, валовый сбор составил 111 292 т, средняя урожайность рапса по области составила 25,80 ц/га, себестоимость 1 ц – 251 760 руб., трудоемкость 1 ц – 0,73 чел.-час, рентабельность продаж – почти 35%. Расчеты проводились по данным из отчетов хозяйств.

2. Стабильно хорошие результаты по показателям эффективности показывает Кореличский район, однако при высокой урожайности рапса засеваемые площади малы и низок общий выход продукции. Рекомендация: расширить посевные площади под рапс.

Таблица 2 – Результаты оценки эффективности производства рапса по районам Гродненской области (2014 г.)

Район	Удьянная площадь, га	R1	Валовый сбор рапса, всего, т	R2	Средняя урожайность, ц	R3	Средняя себестоимость 1 ц, тыс. руб.	R4	Средняя трудоемкость 1 ц, чел.-час.	R5	Средняя рентабельность, %	R6	Средний рейтинг, R
Берестовицкий	1934	13	6532	5	33,88	2	254,90	8	0,22	1	44,51	5	2
Волковысский	3735	4	11171	3	30,07	5	261,31	9	0,36	3	37,60	7	4
Вороновский	3981	2	12591	2	31,15	4	226,51	4	0,66	9	37,13	8	5
Гродненский	4461	1	16149	1	35,46	1	241,88	6	0,51	7	42,23	6	3
Дятловский	2725	6	4628	13	17,91	17	293,23	17	1,10	15	13,13	17	16
Зельвенский	2786	5	6077	7	20,53	15	279,03	13	0,83	13	16,67	15	15
Ивьевский	1176	16	2325	16	24,16	10	281,16	14	2,03	17	17,50	13	14
Корелицкий	1670	15	5469	10	33,29	3	168,96	1	0,27	2	80,19	1	1
Лицкий	3930	3	7975	4	20,57	14	271,20	10	0,73	11	18,71	12	11
Мостовский	2350	7	6477	6	26,90	7	278,00	12	0,87	14	20,80	10	10
Новогрудский	2245	9	5803	9	25,87	8	206,19	3	0,45	6	63,89	3	3
Островский	2338	8	6060	8	25,84	9	287,34	16	0,71	10	14,98	16	12
Ошмянский	900	17	1829	17	21,30	13	200,90	2	1,44	16	64,64	2	8
Свислочьский	1863	14	4404	14	23,72	11	281,93	15	0,41	4	20,32	11	9
Слонимский	2235	10	4928	12	21,36	12	228,75	5	0,44	5	50,64	4	6
Сморгонский	2010	11	3733	15	19,54	16	272,30	11	0,75	12	17,17	14	13
Щучинский	1940	12	5141	11	27,08	6	246,32	7	0,63	8	34,37	9	7
Итого:	42279	-	111292	-	25,80	-	251,76	-	0,75	-	34,97	-	-

Источник: собственная разработка по статистическим данным

Средние результаты по всем показателям в 2014 г. показал Щучинский район. Рекомендация: увеличить посевные площади под рапс.

Низкие результаты показали Дятловский и Зельвенский районы. При достаточно больших посевных площадях им необходимо повышать урожайность рапса, снижать себестоимость и трудоемкость.

Отметим, что результаты в таблице 2 дают много другой информации к размышлению.

Построение рейтинга районов по совокупности показателей – это нетривиальная многокритериальная задача. Все методы основаны на свертывании критериев в один интегральный показатель. Например, можно использовать среднее арифметическое всех однокритериальных рейтингов, экспертные оценки важности критериев, метод главных компонент факторного анализа и др.

Методом k-средних кластерного анализа в пакете STATISTICA разобьем районы на однородные группы (кластеры) по выбранной системе показателей. Было построено 2 и 3 кластера. Средние значения показателей в кластерах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние значения показателей в кластерах по районам

Кластеры	Количество районов	Убранный площадь, га	Валовый сбор рапса, всего, т	Средняя урожайность, ц/га	Средняя себестоимость 1 ц, тыс. руб.	Средняя трудоемкость 1 ц, чел.-час.	Рентабельность продаж, %
<b>2 кластера</b>							
Кластер 1	9	2567	7735	28,83	226,19	0,55	50,58
Кластер 2	8	2397	5210	22,40	280,53	0,93	17,41
<b>3 кластера</b>							
Кластер 1	5	3210	10317	<b>31,53</b>	246,18	<b>0,48</b>	39,17
Кластер 2	4	1763	4507	25,46	<b>201,20</b>	0,65	<b>64,84</b>
Кластер 3	8	2397	5210	22,40	280,53	0,93	17,41

*Источник: собственная разработка*

Проанализируем результаты классификации на два достоверно различных кластера. Кластер 1 составили Берестовицкий, Волковисский, Вороновский, Гродненский, Кореличский, Новогрудский, Ошмянский, Слонимский, Щучинский районы. Это лучшие районы по всем показателям.

Кластер 2 составили худшие по совокупности показателей районы: Дятловский, Зельвенский, Ивьевский, Лидский, Мостовский, Островецкий, Свислочский, Сморгонский.



Классификация районов на три кластера с математической точки зрения не является безупречной (кластеры не являются достоверно различными), но представляет определенный интерес. Оказывается, что в «худший» кластер попали те же районы (кластер 3), а «лучший» кластер разбился на два пересекающихся кластера. Одна часть районов (Берестовицкий, Волковысский, Вороновский, Гродненский и Щучинский) оказалась лучшей по средней урожайности (31,53 ц/га) и средней трудоемкости (0,48 чел.-час. на 1 ц). Другая часть (Кореличский, Новогрудский, Ошмянский, Слонимский районы) – лучшие районы по средней себестоимости (201,2 тыс. руб. на 1 ц) и рентабельности продаж (64,84%).

**Заключение.** Экономическая целесообразность возделывания рапса не вызывает сомнения. Его выращивание обеспечивает хозяйствам высокую рентабельность продаж.

Построенные линейные модели позволяют прогнозировать валовый сбор и урожайность рапса по Республике Беларусь в краткосрочном периоде. Несмотря на то, что аномальные погодные условия привели к тому, что прогнозные значения показателей на 2015 г. значительно отличаются от фактических, предложенная методология может быть использована.

Эффективность производства рапса по районам Гродненской области оценивалась по шести показателям за 2014 г. Анализ рейтингов районов позволил выявить наиболее и наименее успешные районы по отдельным показателям. По совокупности показателей анализ проводился с использованием методов многомерной классификации. Построенные кластеры районов показали, что наиболее успешными по эффективности производства рапса являются Кореличский, Берестовицкий, Гродненский, Волковысский, Вороновский районы и др., наименее успешными – Дятловский, Зельвенский, Ивьевский районы и некоторые др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтярев И. И. Организационно-экономические основы функционирования рапсопродуктового подкомплекса АПК: монография/ И. И. Дегтярев, Л. А. Бондарович. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 154 с.
2. Будущее «золотого» рапса [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://sibraps.ru/articles/52> – Дата доступа: 12.05.2016.
3. По оценкам специалистов, в Беларуси погибло 40% озимого рапса. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://naviny.by/rubrics/economic/2015/04/07/ic\\_news\\_113\\_456437/](http://naviny.by/rubrics/economic/2015/04/07/ic_news_113_456437/).
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 года №196 «О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585».

5. Бутько, О. Н. Эффективность производства рапса в Гродненской области / О. Н. Бутько, В. С. Захарова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. трудов / под ред. чл.-кор. НАН РБ В. К. Пестиса. Т. 28. – Экономика (Вопросы аграрной экономики). – Гродно: ГГАУ, 2015. – С. 29-35.
6. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск, 2015.