

## РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗЕРНОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. Ф. БАЛАБАЙКИН,**

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Бухгалтерский учет и финансы», Челябинская государственная агроинженерная академия,

(454080, Челябинск пр. Ленина 75).

**К. В. ЁЛКИН,**

преподаватель, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

(Казахстан, 110000 г. Костанай, ул. А. Байтурсынова 47; тел.: 7142 – 51-11-95).

**Ключевые слова:** стратегии устойчивого развития, изменения климата, доминирующие факторы, конкуренция, зерновые культуры, производственная функция, посевные площади, рабочая сила, основные средства, функция цели, реальные ограничения.

В последнее десятилетие изменение климата становится очевидным фактом, поэтому необходимы исследования, определяющие влияния изменения климата на экономические процессы. Особенно это важно в сельскохозяйственном производстве, так как эта отрасль наиболее сильно подвержена влиянию климатических изменений. Для Республики Казахстан, которая стала членом различных интеграционных образований (Евразийский союз, Шанхайская организация сотрудничества и др.), необходимо разрабатывать стратегии устойчивого развития всего народного хозяйства, в частности зернового производства. Поскольку именно зерновое производство является важнейшей составляющей экспортных поставок и имеет высокий потенциал увеличения выпуска зерна в Республике Казахстан. Разработка стратегий устойчивого развития придерживается принципа минимального использования ресурсов, при условии сохранения конкурентных преимуществ, в частности нормативных требований к качеству производимого зерна. Чтобы организовать производство зерновых с такими жесткими требованиями, необходимо использовать количественные методы, позволяющие адекватно описывать влияние управляемых факторов на производственный процесс. В статье используются методы нелинейного программирования. Практическая реализация этих методов происходит с применением пакета прикладных программ MAPLE v.14. Для Костанайской области существенное влияние на конечный результат в сельском хозяйстве оказывают климатические изменения, поэтому функция цели в модели нелинейного программирования корректируется регрессией, которая учитывает изменения климатических показателей по зонам в Костанайской области. Неизвестные параметры в производственной функции Кобба-Дугласа применительно к сельскохозяйственным предприятиям оцениваются методом наименьших квадратов на основе статистических данных. Авторы условно делят Костанайскую область на четыре природно-климатические зоны. Для каждой зоны индивидуально оцениваются неизвестные параметры производственной функции. Целевая функция в модели нелинейного программирования корректируется регрессионным уравнением, описывающим зависимость урожайности от климатических показателей. Данный подход позволяет разрабатывать стратегии устойчивого развития, которые предполагают минимальные затраты при производстве зерновых культур.

## ELABORATION OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES OF THE COMPANIES PRODUCING GRAIN CONSIDERING CLIMATE CHANGE IN THE KOSTANAY REGION

**V. F. BALABAYKIN,**

doctor of economics, professor, head of the chair «Accounting and Finance»,

Chelyabinsk state agroengineering academy,

(454080, Chelyabinsk State Agroengineering Academy, 75, Lenin Avenue, Chelyabinsk).

**K. V. EIKIN,**

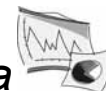
teacher, of Kostanay state university named after A. Baitursynov,

(Kazakhstan, 110000 Kostanay, A. Baitursynov str. 47; tel.: 7142 – 51-11-95).

**Keywords:** strategy for sustainable development, climate change, dominant factors, competition, crops, production function, crop area, labor, fixed assets, objective function, real limitations.

In the last decade, climate change becomes an apparent fact, therefore research is necessary to conduct investigate determining the impact of climate change on economic processes. This is especially important in agricultural production, as this industry is most strongly influenced by climate change. For the Republic of Kazakhstan, which became a member of various integration structures (the Eurasian Union, the Shanghai Cooperation Organization, and others.) it is necessary to develop a strategy for sustainable development of the whole national economy and, in particular, grain production. Since, namely, grain production is an essential component of exports and, namely, grain production has a high potential for increasing the output of grain in the Republic of Kazakhstan. Elaboration of the strategies for sustainable development adheres to the principle of minimum use of resources, provided that competitive advantages are maintained, in particular, the regulatory requirements for the quality of grain produced. In order to organize the production of crops with such stringent requirements, it is necessary to use quantitative methods to adequately describe the influence of controllable factors on the production process. In the article the methods of nonlinear programming are used. The practical implementation of these methods is done using the software package MAPLE v.14. For the Kostanay region, climatic changes have a significant impact on the outcome in agriculture, so the objective function in the model of nonlinear programming is adjusted by regression, which takes into account the change of climatic parameters in the zones of the Kostanay region. The unknown parameters in the Cobb-Douglas production function with respect to agricultural enterprises are evaluated by a method of least squares, based on statistical data. The authors conventionally divide the Kostanay region into 4 natural climatic zones. For each zone, unknown parameters of the production function are individually estimated. The objective function in the model of nonlinear programming is adjusted by a regression equation describing the dependence of yield on climatic indicators. This approach allows elaborating the sustainable development strategies, which involve the minimum cost in the production of crops.

Положительная рецензия представлена В. Лысенко, профессором, доктором экономических наук Южно-Уральского государственного университета.



В послании народу Казахстана [1] Н. А. Назарбаев сформулировал стратегическую задачу – к 2050 г. войти в число 30-ти развитых стран мира. Для решение этой задачи особая роль отводится агропромышленному комплексу Казахстана. Эта отрасль является традиционной для Казахстана. Со временем, с ростом жизненного уровня, потребность в экологически чистых продуктах питания будет только возрастать. Следовательно, работники сельского хозяйства должны уметь разрабатывать стратегии устойчивого развития на различные периоды времени. Рассмотрим динамику сбора зерновых культур в мире и по основным производителям в Европе и Азии (табл. 1).

Видно, что Казахстан производит 0,7 % мирового сбора зерна, при этом имеет 2 % от мировой пашни и 0,2 % мирового населения. Потенциально Казахстан располагает достаточным резервом пашни, чтобы как минимум увеличить выпуск зерновых в 2 раза. Перед агропромышленным комплексом Республики Казахстан ставится сложная задача – значительно увеличить производство зерновых культур, тем самым увеличить экспортную составляющую.

В табл. 2 приведены данные по пашне в Республике Казахстан и в Костанайской области.

Костанайская область занимает лидирующее место в Казахстане по производству зерновых и зернобобовых культур. В табл. 3 отражено производство зерновых и зернобобовых культур в Республике Казахстан в целом и в Костанайской области в частности.

Из табл. 3 видно, что Костанайская область производит значительную долю зерновых и зернобобовых в Республике Казахстан (в пределах от 24 до 30 процентов всего сбора зерновых и зернобобовых). При этом в Костанайской области основную часть производства зерновых и зернобобовых приходится на сельскохозяйственные предприятия (от 70 до 80 процентов), поэтому будем рассматривать разработку стратегий устойчивого развития производства зерновых для сельскохозяйственных предприятий Костанайской области.

Прежде чем приступать к разработке стратегий устойчивого развития предприятий зерновой направленности, необходимо определить потенциальные возможности Костанайской области в сфере производства зерновых (табл. 6).

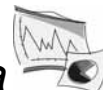
Видно, что средняя урожайность в Костанайской области ниже, чем средняя урожайность по Республике Казахстан, следовательно, в Костанайской области есть потенциальная возможность увеличить производство зерновых, не увеличивая посевные площади.

Таблица 1  
Динамика сбора зерновых по странам (млн т)

Годы	Мировой сбор зерна	Сбор в России	Сбор в Украине	Сбор в Европейском союзе	Сбор в Китае	Сбор в Казахстане
1995	1756	63,4	33,9	236,4	466,6	9,5
1996	1890	69,2	24,6	262,4	504,5	11,2
1997	1910	88,5	35,5	265,2	494,2	12,3
1998	1920	47,8	26,5	275,8	512,3	6,3
1999	1888	54,6	24,6	260,1	508,4	14,3
2000	1857	65,4	24,5	267,6	462,2	11,6
2001	1870	85,1	39,7	264,6	452,6	15,9
2002	1856	86,5	38,8	272,8	457,1	16,0
2003	1910	67,0	20,2	239,6	430,6	14,8
2004	2120	77,8	41,8	294,3	469,5	12,4
2005	2030	77,8	38,0	295,5	484,0	13,8
2006	2350	78,2	34,3	276,6	497,5	16,5
2007	2342	81,5	29,3	267,6	501,5	20,1
2008	2228	108,2	53,3	322,5	528,5	15,6
2009	2310	97,0	46,0	304,1	530,8	20,8
2010	2220	61,0	39,3	289,5	546,4	12,2
2011	2390	97,5	40,2	297,1	571,2	26,0
2012	2289	74,5	38,5	290,0	525,0	12,8
2013	2489	94,5	41,9	315,3	570,8	18,2

Таблица 2  
Посевные площади (тыс. га)

Годы	Вся посевная площадь РК под зерновые и зернобобовые	Под зерновые и зернобобовые в Костанайской области	
		в абсолютном выражении	в процентах
2006	14839,8	3613,7	19,7
2007	15427,9	3957,8	20,9
2008	16190,1	4159,9	20,7
2009	17206,9	4465,7	25,9
2010	16619,1	4273,1	25,7
2011	16219,4	4303,0	26,5
2012	16256,7	4345,1	26,7
2013	15877,6	4395,0	27,6



Для этого необходима информация, которая отражает влияние изменения климатических показателей на урожайность зерновых культур. Данная информация позволяет сельхозтоваропроизводителям соответствующим образом подготовиться к посевной и уборочной кампании.

Основная логистическая проблема доставки зерна до потребителей – отсутствие морских портов в Республике Казахстан. Незначительные перевозки по Каспийскому морю не оказывают существенного значения на общий объем экспортных перевозок. Основными потребителями казахстанского зерна являются страны СНГ (Россия, Таджикистан, Азербайджан, Кыргызстан, Узбекистан) Северной Африки, Ближнего Востока, Азиатско-Тихоокеанского региона.

Увеличение производства зерна для Казахстана имеет первостепенное значение. С одной стороны, зерно – существенная экспортная составляющая, с другой стороны, взятый курс на увеличение производства животноводческой продукции требует дополнительного зерна собственного производства для пополнения качественной кормовой базы отечественного животноводства.

Будем использовать производственные функции, которые описывают аналитическую связь выпуска сельскохозяйственной продукции с основными производственными факторами:

$$v_i = f_i(K_i, S_i, L_i), \quad (1)$$

где  $v_i$  – объем выпуска  $i$ -ой зерновой культуры.

Рассмотрим следующие зерновые культуры:

пшеница яровая, ячмень яровой, овес, гречиха, просо, горох,

т. е.  $i = 1, 2, \dots, 6$ .

$f_i$  – производственная функция для характеристики выпуска  $i$ -ой зерновой культуры;

$K_i$  – основные средства, необходимые для производства  $i$ -ой сельскохозяйственной культуры;

$S_i$  – посевные площади, необходимые для производства  $i$ -ой зерновой культуры;

$L_i$  – рабочая сила, необходимая для производства  $i$ -ой зерновой культуры.

Конкретную производственную функцию будем рассматривать в виде функции Кобба-Дугласа для сельскохозяйственного производства:

$$v_i = A_i^0 K_i^{\alpha_i} S_i^{\beta_i} L_i^{\gamma_i}. \quad (2)$$

В [5] было получено регрессионное уравнение зависимости урожайности от климатических показателей:

$$y = -0,05 + 0,29x_1 - 0,46x_2 + 0,14x_3 - 0,16x_4 - 0,31x_5 + 0,45x_6,$$

где  $x_1$  – продолжительность безморозного периода (сут.);

$x_4$  – сумма среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 10 °С;

$x_5$  – средняя температура января;

$x_6$  – средняя температура июля;

$x_8$  – влагозапасы почвы в июле (мм);

$x_{10}$  – гидротермический коэффициент Селянинова.

Данное уравнение в среднем описывает зависимость урожайности от климатических факторов. При расчетах необходимо учитывать особенности климатических показателей в каждой зоне.

Неизвестные параметры  $A_i^0, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  оценим методом наименьших квадратов, используя пакет прикладных программ SPSS v.19.

Тогда стратегии устойчивого развития для предприятий зернового производства будут выглядеть следующим образом:

$$\sum_{i=1}^6 v_i p_i - \sum_{i=1}^6 (k_i K_i + s_i S_i + l_i L_i) \rightarrow \max, \quad (3)$$

где  $p_i$  – цена  $i$ -ой зерновой культуры;

$k_i$  – норматив амортизационных отчислений для  $i$ -ой зерновой культуры;

$s_i$  – затраты на обработку единицы посевной площади для  $i$ -ой зерновой культуры;

$l_i$  – затраты на единицу рабочей силы при производстве  $i$ -ой зерновой культуры.

При следующих ограничениях:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^6 K_i &\leq NOS \\ \sum_{i=1}^6 S_i &\leq S \\ \sum_{i=1}^6 L_i &\leq TR \\ K_i &\geq 0, S_i \geq 0, L_i \geq 0 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где  $NOS$  – наличие основных средств на предприятии;

$S$  – общая посевная площадь на предприятии;

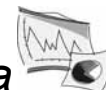
$TR$  – наличие трудовых ресурсов на предприятии.

Данная модель решается методами нелинейного программирования, в частности с помощью пакета MAPLE v.14.

Колебание урожайности по Республике Казахстан и по Костанайской области объясняется территориальным расположением Республики Казахстан. Практически вся территория расположена в зоне рискованного земледелия, при этом большая часть территории испытывает дефицит влаги. Рассматривая Костанайскую область [5], мы выделили четыре зоны с точки зрения сельскохозяйственного производства. Зоны расположены последовательно с севера на юг. При этом для первой зоны характерны следующие климатические показатели. Сумма эффективных температур 2200 °С. В среднем за год выпадает 300–400 мм осадков. Гидротермический коэффициент находится в пределах 1.

Для первой зоны Костанайской области в 2013 г. получили результаты (табл. 4). Для второй зоны характерны следующие климатические показатели. Сумма эффективных температур 2200 °С. В среднем за год выпадает 250–300 мм осадков. Гидротермический коэффициент находится в пределах 0,8–0,9 (табл. 5). Для третьей зоны характерны следующие климатические показатели. Сумма эффективных температур 2400–2600 °С. В среднем за год выпадает 200–250 мм осадков. Гидротермический коэффициент находится в пределах 0,6–0,8 (табл. 6). Для четвертой зоны характерны следующие климатические показатели. Сумма эффективных температур 2600–3000 °С. В среднем за год выпадает 200 мм осадков. Гидротермический коэффициент находится в пределах 0,6 (табл. 7).

**Выводы.** При разработке стратегий устойчивого развития предприятий зерновой направленности Костанайской области необходимо использовать производственные функции, в частности функции



Кобба-Дугласа для сельскохозяйственных предприятий. Сформированные модели нелинейного программирования удобно рассчитывать при помощи пакета прикладных программ Maple v.15. В каждой природно-климатической зоне функция цели должна корректироваться регрессионным уравнением, содержащим климатические показатели. В результате мы получаем более точные значения неизвестных производственных факторов, что в конечном счете минимизирует производственные затраты, а следовательно, повышает конкурентоспособность зерновой продукции, что особенно важно в условиях функционирования в Евразийском союзе.

Таблица 6  
Средняя урожайность зерновых по Республике Казахстан и Костанайской области (ц/га)

Годы	Республика Казахстан	Костанайская область
2009	12,6	11,1
2010	8,0	7,3
2011	16,9	18,4
2012	8,6	6,1
2013	11,6	9,7

Таблица 3  
Валовой сбор зерновых и зернобобовых (тыс. т)

Годы	Зерновые и зернобобовые в РК	В том числе в Костанайской области	В том числе сельхозпредприятиями	В том числе крестьянскими и фермерскими хозяйствами	В том числе хозяйствами населения
2006	16511,5	4733,0	3284,4	1448,6	0
2007	20137,8	5899,3	3882,2	2017,1	0
2008	15578,2	4790,2	3251,3	1538,9	0
2009	20830,5	4913,0	3300,0	1613,0	0
2010	12185,2	3039,9	1874,5	1165,4	0
2011	26000,5	7900,0	5557,9	2342,1	0
2012	12800,3	2449,5	1583,4	866,2	0
2013	18231,7	4266,2	2778,1	1489,4	0

Таблица 4  
Оптимальные значения основных производственных показателей для предприятий Костанайской области (1-я зона)

Предприятия	$K_i$ (тенге)	$S_i$ (га)	$L_i$ (чел.)	$v_i$ (т)
ТОО «ГРАНД»	73907746	26110	347	32447,6
КХ «Оксана»	800000	1795	11	2394,2
ТОО Агрофирма «КАРКЫН»	40366000	14695	142	21403,5
АО «Заря»	30336000	4791	137	11760,2

Таблица 5  
Оптимальные значения основных производственных показателей для предприятий Костанайской области (2-я зона)

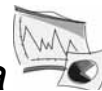
Предприятия	$K_i$ (тенге)	$S_i$ (га)	$L_i$ (чел.)	$v_i$ (т)
ТОО «Ключевое»	17182284	16388	108	24126,1
ТОО «Железнодорожное-АМФ»	61882000	25457	291	37775,2
ТОО «Ак Кайын-К»	31695335	19544	118	17640,6
ТОО Агрофирма «ПАРАСАТ»	16069267	6013	65	11711,6
ТОО «Сарыагаш»	68176300	14661	392	15408,1

Таблица 6  
Оптимальные значения основных производственных показателей для предприятий Костанайской области (3-я зона)

Предприятия	$K_i$ (тенге)	$S_i$ (га)	$L_i$ (чел.)	$v_i$ (т)
ТОО «Содружество-98»	16087000	10226	91	79582,0
ТОО «Дружба-Кост»	6590946	14842	24	41138,8
ТОО «Тимофеевка-Агро»	36491482	19117	191	13070,2

Таблица 7  
Оптимальные значения основных производственных показателей для предприятий Костанайской области (4-я зона)

Предприятия	$K_i$ (тенге)	$S_i$ (га)	$L_i$ (чел.)	$v_i$ (т)
ТОО «Аркалыкская сельскохозяйственная опытная станция»	31571500	20248	211	15873,6



#### Литература

1. Послание Президента Республики Казахстан – лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана. Стратегия «Казахстан – 2050». Новый политический курс состоявшегося государства, Астана, Аккорда, 14 декабря 2012 г.
2. Глобальные изменения климата и их влияние на климатические условия Казахстана / МООС РГП, «Казгидромет», КазНИИ, МОСК, Алматы, 2002.
3. Сиротенко О. Д., Павлова В. Н. Оценка влияния изменения климата на сельское хозяйство методом пространственно-временных аналогов // Метеорология и гидрология. 2003. № 8.
4. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М. : Прогресс, 1975.
5. Балабайкин В. Ф., Елкин К. В. Влияние изменения климата на урожайность зерновых в Костанайской области // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11.

#### References

1. Message from the President of the Republic of Kazakhstan – the leader of the nation N. A. Nazarbayev to the people of Kazakhstan. Strategy “Kazakhstan-2050”. New political course of a successful state, Astana, Akkorda, December 14, 2012.
2. Global climate change and its impact on the climatic conditions of Kazakhstan / MEP RSE “Kazhydromet” KazRI, MEC, Almaty, 2002.
3. Sirotenko O. D., Pavlov V. N. Assessing the impact of climate change on agriculture by spatio-temporal analogues // Meteorology and Hydrology. 2003. № 8.
4. Intriligator M. Mathematical methods of optimization and economic theory.– M. : Progress, 1975.
5. Balabaykin V. F., Elkin K. V. Effects of climate change on grain productivity in Kostanay region // Agrarian bulletin of the Urals. 2014. № 11.