

УДК 519.863:332.334.4

Абдураимова Э. Д.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В статье рассматривается два варианта оптимизации структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму. Построена экономико-математическая оптимизационная модель перспективной структуры посевных площадей Крыма, которая оптимизирует посевные площади и суммарную прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции. Рекомендовано оптимальное соотношение сельскохозяйственных культур на перспективу к 2020 г.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, эффективность использования, оптимизационная структура землепользования.

Абдураимова Е. Д.

ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ

Анотація. У статті розглядається два варіанти оптимізації структури посівних площ основних сільськогосподарських культур Криму. Побудована економіко-математична оптимізаційна модель перспективної структури посівних площ Криму, що оптимізує посівні площі і сумарний прибуток від реалізації сільськогосподарської продукції. На основі реалізації економіко-математичної моделі рекомендована оптимальна структура посівних площ Криму на перспективу до 2020 р.

Ключові слова: сільськогосподарські землі, ефективність використання, оптимізація структури землекористування.

Abduraimova E. D.

OPTIMIZATION MODEL OF LAND USE IN AGRARIAN SPHERE OF ECONOMY

Summary. The use of economic-mathematical modelling for determination of rational structure of crop areas in agrarian sphere are examined in the article. The general approach to optimizing the structure of sown areas and optimality criteria in the contemporary economy are described. Two optimization variants of crop areas structure of basic agricultural cultures in Crimea are offered. The economic-mathematical optimization model of perspective crop areas structure of Crimea is built. This economic-mathematical model optimizes crop areas and total income from realization of agricultural product. On the basis of realization of economic-mathematical model optimum the correlation of agricultural cultures is recommended, and also the best crop chart from possible variants is selected up to 2020. Introduction of the offered recommendations on optimization of crop areas structure of Crimea will allow promoting a total income from realization of agricultural cultures in comparison to 2012. The effect of its introduction is found.

Key words: agricultural lands, efficiency of the use, optimization of land usage structure.

Постановка проблеми. Эффективность сельскохозяйственного производства заключается в увеличении объемов производства продукции при минимальных затратах и максимальной прибыли. Для достижения заданной цели агропроизводителям необходимо осуществить ряд организационных изменений в процессах хозяйствования. Одним из важных аспектов в этом отношении является рациональное сочетание площадей под сельскохозяйственными культурами. Оптимизация структуры посевных площадей особенно актуальна в настоящее время, когда конъюнктура рынка требует выращивания тех культур, которые особенно прибыльны и имеют экспортную ориентированность. При разработке структуры посевных площадей необходимо учитывать невоспроизводимость земельных ресурсов, дефицит денежных средств, а также минимальный уровень потребности в сельскохозяйственных культурах. Решение проблемы рационального сочетания посевных площадей возможно при помощи экономико-математического моделирования.

Анализ публикаций. Следует отметить, что математические модели применялись еще Ф. Кенэ, А. Смитом, Д. Рикардо. Большой вклад в математическое моделирование экономики внесли такие ученые, как В. К. Дмитриев, Е. Е. Слуцкий, В. С. Немчинов, В. В. Новожилов, Л. В. Канторович.

Экономические процессы и явления исследуются с помощью экономико-математических моделей, введенных в практику экономических исследований академиком В. С. Немчиновым. Сущность экономико-математической модели в сжатой форме он выразил так: «Экономико-математическая модель представляет собой концентрированное выражение общих взаимосвязей и закономерностей экономического явления в математической форме» [1, с. 161].

Понятие наилучшего решения в экономико-математических методах было развито работами О. Курно, Ф. Кенэ, Л. Валераса, Ф. Тейлора, С. Г. Струмилина, В. В. Леонтьева и других. Наибольший вклад в развитие теории оптимизации внесли А. А. Марков, Л. В. Канторович, Л. Падрягин, а также С. И. Наконечный [2], Ю. А. Толбатов [3], А. Чемерис [4].

Оптимизации структуры посевных площадей на сельскохозяйственных предприятиях Житомирской области посвящена работа В. Е. Данкевич [5].

Целью статьи является определение перспективной структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур Крыма к 2020 г. на основе экономико-математического моделирования.

Изложение основного материала. Модель оптимизации структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму

представляет собой оптимизационную модель, максимизирующую суммарную прибыль и учитывающую минимальные потребности, то есть следующую задачу линейного программирования:

$$z = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_j = 750000, \\ a_j \cdot x_j \geq b_j, \quad j = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}.$$

Введены следующие обозначения: $n = 6$ – количество основных видов сельскохозяйственных культур Крыма, $j = 1$ соответствует зерновым и зернобобовым культурам, $j = 2$ – подсолнечнику, $j = 3$ – картофелю, $j = 4$ – овощам, $j = 5$ – плодово-ягодным насаждениям, $j = 6$ – виноградникам, x_j – площади, отведенные для посева j -й основной сельскохозяйственной культуры, a_j – урожайность j -й основной сельскохозяйственной культуры, b_j – минимальные потребности в j -й основной сельскохозяйственной культуре, c_j – прибыль, получаемая от реализации j -й основной сельскохозяйственной культуры, собранной с одного гектара ее посевов, z – суммарная прибыль, полученная от реализации всех основных сельскохозяйственных культур, произведенных в Крыму.

Значения прибылей c_j определяются как произведения прибыли от реализации 1 единицы продукции на соответствующую урожайность j -го вида основной сельскохозяйственной культуры.

В качестве базового варианта структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму приняты усредненные данные о площади посевов. Площади, отведенные в Крыму для посевов основных сельскохозяйственных культур, приблизительно равны $x_1 = 590000$ га, $x_2 = 80000$ га, $x_3 = 20000$ га, $x_4 = 20000$ га, $x_5 = 15000$ га, $x_6 = 25000$ га.

Следовательно, для выбранного базового варианта структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму общая площадь посевов равна $\sum_{j=1}^n x_j = 750000$.

Структуру площадей посевов в Крыму, оптимальную согласно критерию максимизации суммарной прибыли (с учетом минимальных потребностей), можно определить на основании оптимального решения построенной задачи линейного программирования (ЗЛП) согласно формуле:

$$\frac{x_i^*}{\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j^*}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где x_i^* , x_j^* – значения соответствующих компонент оптимального решения $x^* = (x_1; x_2; \dots; x_n)$

соответствующей ЗЛП, $z^* = z_{\max} = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j^*$ – максимально возможная суммарная прибыль, т. е. суммарная прибыль, полученная от реализации всех основных сельскохозяйственных культур, произведенных в Крыму, при условии, что структура посевных площадей основных сельскохозяйственных культур соответствует оптимальному решению $x^* = (x_1; x_2; \dots; x_n)$ соответствующей ЗЛП.

При анализе ситуации, возможной в агропромышленном комплексе Крыма в 2020 году, для учета неопределенности и риска целесообразно применить сценарный подход, то есть рассмотреть разные варианты значений прибылей от реализации 1 единицы продукции или значений урожайностей основных сельскохозяйственных культур, а также разные варианты значений минимальных потребностей в них.

Ниже предлагаем вариант-1 модели оптимизации структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму (для 2020 года) (табл. 1).

Таблица 1.

Исходные числовые данные для варианта-1.

j	Прибыль от 1 ед. продукции, (грн. / т)	Урожайность, (a_j т / га)	Прибыль с 1 га, (c_j тыс. грн.)	Площади посевов, (x_j га)	Минимальные потребности, (b_j т)
1.	600	3,5	2,1	x_1	2000000
2.	1200	1,4	1,7	x_2	112000
3.	700	15,6	10,9	x_3	300000
4.	800	17	13,6	x_4	300000
5.	1400	9,5	13,3	x_5	130000
6.	2000	7	14	x_6	20000

С учетом исходных данных задача линейного программирования (ЗЛП) для варианта-1 имеет следующий вид:

$$z = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j = 2,1x_1 + 1,7x_2 + 10,9x_3 + 13,6x_4 + 13,3x_5 + 14x_6 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 750000, \\ 3,5 \cdot x_1 \geq 2000000, \\ 1,4 \cdot x_2 \geq 112000, \\ 15,6 \cdot x_3 \geq 300000, \\ 17 \cdot x_4 \geq 300000, \\ 9,5 \cdot x_5 \geq 130000, \\ 7 \cdot x_6 \geq 20000, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, 6}.$$

Оптимальное решение полученной ЗЛП найдено при помощи Excel:

$$\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_j^*; \dots; x_6^*) \approx (571428,6; 80000; 19230,8; 17647,1; 13684,2; 48009,4),$$

$$z^* = z_{\max} = \sum_{j=1}^6 c_j \cdot x_j^* \approx 2639746,8 \text{ тыс. грн.}$$

Следовательно, согласно соотношениям (3) получена следующая структура площадей посевов в Крыму, оптимальная согласно критерию максимизации суммарной прибыли (с учетом минимальных потребностей):

- 1) $\approx 76,2\%$ площадей посевов в Крыму следует отвести под зерновые и зернобобовые культуры;
- 2) $\approx 10,7\%$ – под подсолнечник;

3) $\approx 2,6\%$ – под картофель;

4) $\approx 2,4\%$ – под овощи;

5) $\approx 1,8\%$ – под плодово-ягодные насаждения;

6) $\approx 6,3\%$ – под виноград.

Ниже предлагаем вариант-2 модели оптимизации структуры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму (для 2020 года) (табл. 2).

Таблица 2.

Исходные числовые данные для варианта-2.

j	Прибыль от 1 ед. продукции, (грн./т)	Урожайность, (т/га)	Прибыль с 1 га, (c_j тыс. грн.)	Площади посевов, (x_j га)	Минимальные потребности, (b_j т)
1.	600	3,5	2,1	x_1	2065000
2.	1200	1,2	1,4	x_2	85000
3.	700	16,6	11,6	x_3	330000
4.	800	18,6	14,9	x_4	370000
5.	1400	9,5	13,3	x_5	140000
6.	2000	5,9	11,8	x_6	145000

С учетом исходных данных задача линейного программирования для варианта-2 имеет следующий вид:

$$z = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j = 2,1x_1 + 1,4x_2 + 11,6x_3 + 14,9x_4 + 13,3x_5 + 11,8x_6 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 750000, \\ 3,5 \cdot x_1 \geq 2065000, \\ 1,2 \cdot x_2 \geq 85000, \\ 16,6 \cdot x_3 \geq 330000, \\ 18,6 \cdot x_4 \geq 370000, \\ 9,5 \cdot x_5 \geq 140000, \\ 5,9 \cdot x_6 \geq 145000, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, 6}.$$

Оптимальное решение полученной ЗЛП:

$$\mathbf{x}^* = (x_1^*; \dots; x_j^*; \dots; x_6^*) \approx (590000; 70833,3; 19879,5; 29974,0; 14736,8; 24576,3),$$

$$z^* = z_{\max} = \sum_{j=1}^6 c_j \cdot x_j^* \approx 2501382,2 \text{ тыс. грн.}$$

Следовательно, согласно соотношениям (3) получена следующая структура площадей посевов в Крыму, оптимальная согласно критерию максимизации суммарной прибыли (с учетом минимальных потребностей):

- 1) $\approx 78,6\%$ площадей посевов в Крыму следует отвести под зерновые и зернобобовые культуры;
- 2) $\approx 9,4\%$ – под подсолнечник;
- 3) $\approx 2,7\%$ – под картофель;
- 4) $\approx 4,0\%$ – под овощи;
- 5) $\approx 2,0\%$ – под плодово-ягодные насаждения;
- 6) $\approx 3,3\%$ – под виноград.

Таким образом, искомые значения долей, которые составляют в Крыму площади посевов основных сельскохозяйственных культур, приблизительно принадлежат следующим отрезкам: $x_1 \in [76,2; 78,6]$, $x_2 \in [9,4; 10,7]$, $x_3 \in [2,6; 2,7]$, $x_4 \in [2,4; 4,0]$, $x_5 \in [1,8; 2,0]$, $x_6 \in [3,3; 6,3]$.

С учетом экспортной ориентированности некоторых из основных сельскохозяйственных культур определена следующая структура посевов основных сельскохозяйственных культур в Крыму:

- 1) $x_1^* \approx 77,4\%$ площадей посевов в Крыму следует отвести под зерновые и зернобобовые культуры;
- 2) $x_2^* \approx 10,1\%$ – под подсолнечник;
- 3) $x_3^* \approx 2,7\%$ – под картофель;
- 4) $x_4^* \approx 3,0\%$ – под овощи;
- 5) $x_5^* \approx 2,0\%$ – под плодово-ягодные насаждения;
- 6) $x_6^* \approx 4,8\%$ – под виноград.

В качестве максимально возможной суммарной прибыли принята сумма прибыли от реализации основных сельскохозяйственных культур, которая рассчитана как среднее арифметическое рассмотренных вариантов модели оптимизации: $z_{\text{сред}} = 2570564,5$ тыс. грн.

Таким образом, на основе экономико-математической модели рекомендовано оптимальное соотношение сельскохозяйственных культур, а также отобрана из возможных вариантов наилучшая схема посева. При этом учитываются наличие сельскохозяйственных земель и потребность в основных культурах (табл. 3).

Таблица 3.

Оптимальная структура посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Крыму на перспективу к 2020 г. * (в процентах).

Основные виды сельскохозяйственных культур	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2020 г.
Зерновые и зернобобовые	86,6	82,2	79,6	77,4
Подсолнечник	3,4	7,5	9,9	10,1
Картофель	2,9	2,9	2,9	2,7
Овощи	2,3	2,5	2,5	3,0
Плоды и ягоды	1,8	1,8	1,9	2,0
Виноградники	3,0	3,8	3,1	4,8
Вся посевная площадь	100,0	100,0	100,0	100,0

*Источник: рассчитано на основе данных Главного управления статистики в Крыму [6–8].

Результаты исследования свидетельствуют, что эффективность использования сельскохозяйственных земель повысится, если сократить площадь, занятую зерновыми и зернобобовыми культурами в сравнении с 2010 годом на 9,2%.

За счет этого сокращения целесообразно увеличить посевы таких экспортно-ориентированных культур, как подсолнечник и виноград на 6,7% и 1,8%, соответственно, в сравнении с 2010 г. Оптимальная структура посевных площадей предусматривает незначительный прирост посевов овощей – на 0,7%, плодов и ягод – на 0,2%, а также сокращение посевов картофеля – на 0,2% от уровня 2010 г.

Выводы. Разработанная экономико-математическая модель дает возможность определить оптимальную структуру посевных площадей основных сельскохозяйственных культур Крыма. Эффективность использования сельскохозяйственных земель повысится, если сократить пло-

щадь, занятую зерновыми и зернобобовыми культурами, в сравнении с 2010 годом на 9,2%. За счет этого сокращения целесообразно увеличить посевы таких экспортно-ориентированных культур как подсолнечник и виноград на 6,7% и 1,8%, соответственно, в сравнении с 2010 г. Оптимальная структура посевных площадей предусматривает незначительный прирост посевов овощей – на 0,7%, плодов и ягод – на 0,2%, а также сокращение посевов картофеля – на 0,2% от уровня 2010 г. Внедрение предложенных рекомендаций позволит повысить суммарную прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции на 13,7% в сравнении с 2012 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Немчинов В. С. Экономико-математические методы и модели. Избранные произведения / В. С. Немчинов. – М. : Наука, 1967. – Т. 3.
2. Наконечний С. І. Математичне програмування / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К. : КНЕУ, 2005. – 452 с.

3. Толбатов Ю. А. Математична статистика та задачі оптимізації в алгоритмах і програмах / Ю. А. Толбатов. – К. : Вища школа, 1994. – 399 с.
4. Чемерис А. Методи оптимізації в економіці : навч. посіб. / А. Чемерис, Р. Юринець, О. Мицишин. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 152 с.
5. Данкевич В. Е. Оптимизация структуры посевных площадей в условиях интенсивного землепользования [Электронный ресурс] / В. Е. Данкевич. – Режим доступа : <http://sibac.info/11097>.
6. Сільське господарство Автономної Республіки Крим за 2010 р. Статистичний збірник / відповідальний за випуск М. В. Березовська ; Головне управління статистики в Автономній Республіці Крим. – Сімферополь, 2011. – 216 с.
7. Сільське господарство Автономної Республіки Крим – 2011. Статистичний збірник / відповідальний за випуск М. В. Березовська ; Головне управління статистики в Автономній Республіці Крим. – Сімферополь, 2012. – 216 с.
8. Сільське господарство АР Крим за 2012 р. Статистичний збірник / за ред. О. І. Балдіної ; Головне управління статистики в Автономній Республіці Крим. – Сімферополь, 2013. – 216 с.