

Студент 2 курса  
факультета международных экономических отношений ХНЭУ

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

*Аннотация. Проведен анализ условий выращивания сельскохозяйственной продукции в Украине в условиях ограниченности пахотных земель и водных ресурсов. Построена оптимизационная модель максимизации прибыли в данной отрасли.*

*Анотація. Проведено аналіз умов вирощування сільськогосподарської продукції в Україні за умов обмеженості орних земель та водних ресурсів. Побудовано оптимізаційну модель максимізації прибутків у цій галузі.*

*Annotation. The conditions of cultivation of agricultural products in Ukraine under conditions of limited arable land and water resources are analyzed. The optimization model has been developed to maximize the profits in the industry.*

*Ключевые слова: сельское хозяйство, оптимизация, максимизация прибыли.*

Аграрный сектор, один из ведущих в Украине, формируется благодаря благоприятным агроклиматическим условиям страны, наличию плодородных почв и относительно дешевым трудовым ресурсам, а также выгодному географическому расположению. Сельское хозяйство играет немаловажную роль в экономике государства, так как является стратегической отраслью, призванной не только обеспечивать потребности людей в продуктах питания, но и увеличивать занятость населения и эффективность всего национального производства. От этой отрасли прямо зависит национальная продовольственная безопасность, отчего уровень цен и структура экспорта-импорта в сельском хозяйстве находятся под постоянным контролем государства [1, с. 71].

Особая роль в сельском хозяйстве Украины уделяется растениеводству, как основной отрасли-поставщику продуктов питания для человека, кормов для животных и технического сырья для промышленности. В условиях ограниченности ресурсов, в первую очередь пахотных земель, возникает потребность в поиске оптимального количества производства тех или иных видов растений для максимизации прибыли аграрного сектора и Украины в целом.

Для поиска оптимального плана выращивания сельскохозяйственной продукции в Украине следует составить оптимизационную задачу. Для этого нужно рассмотреть данные об урожайности, рентабельности и средних ценах реализации сельскохозяйственных культур за 2011 год, приведенные в табл. 1 [2].

Таблица 1

Данные о сельскохозяйственных культурах за 2011 год

| № | Тип данных                      | С/х продукция           |                 |              |           |                        |
|---|---------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------|-----------|------------------------|
|   |                                 | Зерновые и зернобобовые | Сахарная свекла | Подсолнечник | Картофель | Овощи открытого грунта |
|   |                                 | $X_1$                   | $X_2$           | $X_3$        | $X_4$     | $X_5$                  |
| 1 | Урожайность (т/га)              | 3,7                     | 36,3            | 1,84         | 16,8      | 19,5                   |
| 2 | Средние цены (грн за т)         | 1374,2                  | 3312            | 516          | 2032,8    | 2139,1                 |
| 3 | Рентабельность производства (%) | 26,1                    | 57              | 36,5         | 17,7      | 9,9                    |

Нужно составить экономико-математическую модель для нахождения наиболее эффективного использования земель и максимальной прибыли государства от реализации продукции растениеводства. В качестве управляемых переменных для удобства расчетов нужно выбрать объемы производства сельхозпродукции тыс./т и обозначить их  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  и  $X_5$  соответственно их порядку в табл. 1.

Исходя из того, что рентабельность рассчитывается как отношение прибыли к себестоимости, а цена продукта не что иное как сумма прибыли и себестоимости, можно вычислить среднюю прибыль по каждому из видов сельхозпродукции и представить суммарную прибыль (тыс. грн) от данной отрасли в виде целевой функции:

$$Z_{\max} = 284,43X_1 + 1202,45X_2 + 137,98X_3 + 305,7X_4 + 192,69X_5.$$

Оптимизационная задача, на переменные которой накладываются ограничения, предполагает формирование условий. Так как сельское хозяйство – стратегическая отрасль, то важно, чтобы Украина сама могла полностью обеспечить себя всеми видами сельхозпродукции. Таким образом, первые пять ограничений такие: 1) ограничение на объем выращивания зерновых и зернобобовых культур  $X_1 \geq 6000$ ; 2) ограничение на объем выращивания сахарной свеклы  $X_2 \geq 15500$ ; 3) ограничение на объем выращивания подсолнечника  $X_3 \geq 1700$ ; 4) ограничение на объем выращивания картофеля  $X_4 \geq 5900$ ; 5) ограничение на объем выращивания овощей открытого грунта  $X_5 \geq 7300$ . Следующие ограничения связаны с ограниченностью ресурсов страны: 6) ограничение в виде суммы всех использованных в 2011 году пахотных земель [2] под рассматриваемые сельхозкультуры при заданной урожайности с учетом того, что управляемые переменные заданы в тыс. т  $X_1 / 3,7 + X_2 / 36,3 + X_3 / 1,84 + X_4 / 16,8 + X_5 / 19,5 = 22932$  или  $0,27X_1 + 0,03X_2 + 0,54X_3 + 0,06X_4 + 0,05X_5 = 22932$ ; 7) ограничение в виде суммы доступного объема воды для орошения сельскохозяйственных угодий и водообеспеченности пахотных земель во время вегетации при заданных потребностях в воде каждого их видов сельхозкультур при учете, что в Украине ежегодно доступно  $56,6 \text{ км}^3$  воды [3] при том, что в сельском хозяйстве используется до 40 % общего водопотребления, из которых 90 % связано с орошением растительных культур. Для этого можно предположить, что запас воды в метровом слое почвы в начале вегетации равен  $3900 \text{ м}^3/\text{га}$ ; запас воды в метровом слое почвы на конец вегетации равен  $2900 \text{ м}^3/\text{га}$ ; суммарные осадки, выпадающие во время вегетации 160 мм, то есть  $1600 \text{ м}^3/\text{га}$ ; средний коэффициент водопотребления для выращивания зерновых и зернобобовых культур –  $810,8 \text{ м}^3/\text{т}$ ; средний коэффициент водопотребления для выращивания сахарной свеклы –  $137,7 \text{ м}^3/\text{т}$ ; средний коэффициент водопотребления для выращивания подсолнечника –  $1695 \text{ м}^3/\text{т}$ ; средний коэффициент водопотребления для выращивания картофеля –  $160 \text{ м}^3/\text{т}$ ; средний коэффициент водопотребления для выращивания овощей открытого грунта –  $110 \text{ м}^3/\text{т}$ . В таком случае, суммарное возможное потребление воды без дополнительных поливов –  $2600 \text{ м}^3/\text{га}$ , а водообеспеченность пахотных земель за время вегетации –  $59\,623\,200\,000 \text{ м}^3$ . При этом объем водных ресурсов, доступных для использования в сельском хозяйстве –  $20\,376\,000\,000 \text{ м}^3$ . С учетом того, что управляемые переменные заданы в тыс. т., ограничение будет иметь следующий вид:  $810,8X_1 + 137,7X_2 + 1695X_3 + 160X_4 + 110X_5 \leq 7\,999\,9200$ ; 8) также предполагается, что все переменные задачи – неотрицательные  $X_j \geq 0$  ( $j = 1,5$ ).

Таким образом, получена система ограничений, которая состоит из семи линейных уравнений. Совместно с целевой функцией данная система составляет математическую модель. Полученную задачу целесообразно решать, используя симплексный метод решения задач линейного программирования. Для этого в Microsoft Excel необходимо построить опорную таблицу, отвечающую условию задачи (табл. 2).

Таблица 2

#### Условие задачи линейного программирования

| Переменные                    | $X_1$  | $X_2$   | $X_3$  | $X_4$ | $X_5$  |        |              |
|-------------------------------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|--------------|
| Решения                       | 0      | 0       | 0      | 0     | 0      |        |              |
| Матрица коэффициентов системы |        |         |        |       |        | Знак   | Правая часть |
| Ограничение № 1               | 1      | 0       | 0      | 0     | 0      | $\geq$ | 6000         |
| Ограничение № 1               | 0      | 1       | 0      | 0     | 0      | $\geq$ | 15500        |
| Ограничение № 1               | 0      | 0       | 1      | 0     | 0      | $\geq$ | 1700         |
| Ограничение № 1               | 0      | 0       | 0      | 1     | 0      | $\geq$ | 5900         |
| Ограничение № 1               | 0      | 0       | 0      | 0     | 1      | $\geq$ | 7300         |
| Ограничение № 6 (пашня)       | 0,27   | 0,03    | 0,54   | 0,06  | 0,05   | =      | 22932        |
| Ограничение № 7 (вода)        | 810,81 | 137,74  | 1695   | 160   | 110    | $\leq$ | 79999200     |
| Целевая функция               | 285,43 | 1202,45 | 137,98 | 305,7 | 192,69 |        | max          |

Для поиска оптимального решения задачи линейного программирования с заданными ограничениями в Microsoft Excel используется надстройка "Поиск решения" [4, с. 14–21]. При помощи этого математического инструмента вычисляются оптимальные значения переменных и максимальное значение функции цели при заданных ограничениях (табл. 3).

Таблица 3

#### Решение задачи линейного программирования

| Переменные                    | $X_1$ | $X_2$  | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$       |      |              |
|-------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------------|------|--------------|
| Решения                       | 6000  | 379437 | 1700  | 5900  | 173138      |      |              |
| Матрица коэффициентов системы |       |        |       |       | Левая часть | Знак | Правая часть |

|                                     |        |        |        |       |        |              |   |          |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------------|---|----------|
| Ограничение № 1                     | 1      | 0      | 0      | 0     | 0      | 6000,00      | ≥ | 6000     |
| Ограничение № 1                     | 0      | 1      | 0      | 0     | 0      | 379437,41    | ≥ | 15500    |
| Ограничение № 1                     | 0      | 0      | 1      | 0     | 0      | 1700,00      | ≥ | 1700     |
| Ограничение № 1                     | 0      | 0      | 0      | 1     | 0      | 5900,00      | ≥ | 5900     |
| Ограничение № 1                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 1      | 173137,55    | ≥ | 7300     |
| Ограничение № 6<br>(пахотные земли) | 0,27   | 0,03   | 0,54   | 0,06  | 0,05   | 22932,00     | = | 22932    |
| Ограничение № 7<br>(водные ресурсы) | 810,81 | 137,74 | 1695   | 160   | 110    | 79999200,00  | ≤ | 79999200 |
| Целевая функция                     | 285,43 | 1202,5 | 137,98 | 305,7 | 192,69 | 493367168,06 |   | max      |

Таким образом, получения максимума прибыли от сельского хозяйства при полном самообеспечении всеми необходимыми сельхозкультурами следует выращивать зерновые, зернобобовые, подсолнечник и картофель только в соответствии с внутренними потребностями государства, а именно зерновые и зернобобовые – 6 млн т, подсолнечник – 1,7 млн т, картофель – 5,9 млн т, а сахарную свеклу и овощи открытого грунта в объемах 364 млн т и 166 млн т соответственно (с учетом внутренних потребностей страны). При этом суммарная прибыль сельского хозяйства в стране достигнет максимума и будет равняться 493 млрд грн ежегодно без учета транспортных издержек.

Полученные оптимальные величины целесообразно использовать в планировании посевов в Украине, при этом соблюдать соответствующую структуру сельхозпродукции.

*Научн. рук. Малярець Л. М.*

**Литература:** 1. Сушко Л. М. Міжнародна економіка : конспект лекцій для студентів усіх спеціальностей всіх форм навчання / Л. М. Сушко, Т. І. Алексєєва. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2005. – 216 с. 2. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>. 3. Водні ресурси [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://uk.wikipedia.org/wiki/Водні\\_ресурси](http://uk.wikipedia.org/wiki/Водні_ресурси). 4. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни "Економіко-математичне моделювання" : навч.-практ. посібн. / Л. М. Малярець, П. М. Куліков, І. Л. Лебедева та ін. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2009. – 136 с.