

УДК 519.2

П.А. Чикунов

Учебно-научный профессионально-педагогический институт  
Украинской инженерно-педагогической академии, Артемовск, Украина

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПРИНИМАЕМЫХ РЕШЕНИЙ ГП «АРТЕМСОЛЬ»

Для задач прогнозирования производственных и экономических показателей, реализуемых на государственном предприятии «Артемсоль», разработана математическая модель прогноза объемов укрупненных видов продукции, выпускаемой подразделениями и их соответствие производственной программе предприятия в целом. Согласно статистическим данным составлены уравнения, характеризующие весенне-летний и осенне-зимний периоды функционирования предприятия.

**Ключевые слова:** функциональные особенности, ассортимент, продукция, прогноз, принятие решений, планирование.

### Введение

**Постановка проблемы.** Особенности производственной деятельности ГП «Артемсоль», как монополиста в производстве соли, подчиняется необходимости реализации такой производственной программы, которая обеспечивает наиболее эффективные экономические показатели.

**Анализ литературных источников.** Описание деятельности предприятия проведено в [1, 2]. Постановка задач исследования и управления предприятием отражены в работах [2, 3]. Логико-формальные модели взаимосвязей ассортимента продукции изложены в работах [4, 5].

**Постановка задачи.** Разработать алгоритм функционирования СППР ГП «Артемсоль» как последовательность математических выражений прогноза показателей во взаимосвязи с поиском оптимальных решений системы.

### Основная часть

В качестве функциональных особенностей предлагаемой СППР рассматриваются математические модели прогноза планируемой производственной программы предприятия и постановка задачи определения оптимальных решений по распределению позиций портфеля заказов.

ГП «Артемсоль» включает в себя четыре производственных предприятия-рудники.

Структура предприятия  $S$  может быть представлена вектором (1).

$$S = \{S_1, S_2, S_3, S_4\}. \quad (1)$$

Каждый рудник  $S_j, j = \overline{1, 4}$  включает в себя участок переработки соли до заданного ассортимента продукции.

При планировании производственной деятельности ГП «Артемсоль», на первом этапе решения

задачи верхнего уровня определяется распределение основных видов продукции (2):

$$\forall S_i \exists A = (A_1, A_2, \dots, A_9), \quad (2)$$

где  $A_j, j = \overline{1, 9}$  – укрупненные позиции видов готовой продукции (табл. 1).

Таблица 1

Укрупненные виды продукции

№ поз.	Наименование	Обозначение
1	Соль молотая, неупакованная (навал)	$A_1$
2	Соль молотая, неупакованная с противослеживающей добавкой	$A_2$
3	Соль молотая, сеяная, неупакованная	$A_3$
4	Соль молотая, неупакованная, сеяная с противослеживающей добавкой	$A_4$
5	Соль фасованная	$A_5$
6	Соль затаренная в мешки	$A_6$
7	Соль затаренная в МКР (специальные однотонные емкости)	$A_7$
9	Соль дробленая зерновая	$A_8$
10	Соль крупнокусковая	$A_9$

При решении задачи планирования ГП «Артемсоль», прогноз производственной деятельности предприятия осуществляется по совокупности двух видов уравнений.

Первый вид уравнений прогноза характеризует валовый выпуск продукции ГП «Артемсоль» (3):

$$G = f(G_1(S_i)). \quad (3)$$

Второй вид уравнений характеризует выпуск пересчитанных видов продукции каждого рудника (4):

$$\forall S_i \exists G_i(S_i) = f(G_i(A_j)), i = \overline{1,4}, j = \overline{1,9}, \quad (4)$$

где  $G_i(S_i)$  – валовый объем продукции, производимой каждым рудником,

$G_i(A_j)$  – объем укрупненной позиции  $A_j$ , произведенной на данном руднике.

Кроме этого, при разработке моделей необходимо учитывать сезонный характер заявок на продукцию. Статистические данные показывают, что наиболее загруженным является портфель заказов осенне-зимнего периода, когда осуществляются муниципальные закупки соли. Весенне-летний период характеризуется заказами на соль, используемую при консервации продуктов питания.

Эти особенности необходимо учитывать в математических моделях прогноза отдельных видов ассортимента.

Согласно статистическим данным разработана математическая модель прогноза объемов продукции ГП «Артемсоль», состоящая из уравнений, характеризующих весенне-летний период (5) и осенне-зимний период (6).

$$G_B^1 = 89.7 + 1.06G_1^1(S_1) + 0.91G_2^1(S_2) + 0.79G_3^1(S_3) + 1.11G_4^1(S_4), \quad (5)$$

где  $G_B$  – валовый выпуск продукции ГП «Артемсоль», тыс. т.;

$G_i^1$  – валовый выпуск продукции  $i$ -м рудником,  $i = \overline{1,4}$ .

Коэффициенты значимости уравнения:

$$t_1 = 2.03, t_2 = 1.98, t_3 = 1.97, t_4 = 2.32.$$

Эти коэффициенты означают, что в весенне-летний период наиболее весомый вклад в выпуск продукции оказывает 4-й рудник и 1-й рудник. Ошибка аппроксимации статистических данных – дисперсия остаточная масштабированная  $S_{Iz}^2 = 0.18$ .

Уравнение прогноза на осенне-зимний период:

$$G_B^2 = 80.7 + 0.98G_1^2(S_1) + 1.21G_2^2(S_2) + 0.91G_3^2(S_3) + 0.87G_4^2(S_4). \quad (6)$$

Коэффициенты значимости:

$$t_1 = 2.09, t_2 = 2.76, t_3 = 2.63, t_4 = 1.99.$$

Эти коэффициенты показывают, что в осенне-зимний период наиболее весомый вклад в производственную программу выдал 2-й рудник и 3-й рудник. Ошибка аппроксимации этого уравнения

$$S_{Iz}^2 = 0.16.$$

Прогноз объемов производимой продукции каждого рудника включает в себя уравнения второго

типа (4) и относится к каждому периоду.

Уравнение прогноза укрупненных видов продукции ( $A_j$ ) весенне-летнего периода для каждого рудника представлены ниже.

Для 1-го рудника:

$$G_1^1(S_1) = 187.1 + 1.32g_1^1(A_1) + 0.62g_1^1(A_2) + 2.65g_1^1(A_3) + 4.37g_1^1(A_4) + 1.12g_1^1(A_5) + 0.87g_1^1(A_6) + 0.45g_1^1(A_7) + 5.64g_1^1(A_8) + 6.43g_1^1(A_9), \quad (7)$$

$$t_1 = 1.99, t_2 = 2.2, t_3 = 3.4, t_4 = 3.1, t_5 = 4.1,$$

$$t_6 = 4.3, t_7 = 3.6, t_8 = 2.1, t_9 = 2.3,$$

$$S_{Iz}^2 = 0.09,$$

где  $G_1^1$  – валовый выпуск продукции 1-го рудника, тыс. т.;

$g_1^1(A_j), j = \overline{1,9}$  – выпуск укрупненного вида продукции, тыс. т.

Для 2-го рудника:

$$G_2^1(S_2) = 117.1 + 1.25g_2^1(A_1) + 0.57g_2^1(A_2) + 3.26g_2^1(A_3) + 5.34g_2^1(A_4) + 0.97g_2^1(A_5) + 1.25g_2^1(A_6) + 0.41g_2^1(A_7) + 5.17g_2^1(A_8) + 5.36g_2^1(A_9), \quad (8)$$

$$t_1 = 1.98, t_2 = 2.3, t_3 = 3.2, t_4 = 2.9, t_5 = 4.1,$$

$$t_6 = 3.7, t_7 = 3.5, t_8 = 1.99, t_9 = 2.33,$$

$$S_{Iz}^2 = 0.12.$$

Для 3-го рудника:

$$G_3^1(S_3) = 223.6 + 0.84g_3^1(A_1) + 0.52g_3^1(A_2) + 2.35g_3^1(A_3) + 4.72g_3^1(A_4) + 0.75g_3^1(A_5) + 1.17g_3^1(A_6) + 0.37g_3^1(A_7) + 3.68g_3^1(A_8) + 4.77g_3^1(A_9), \quad (9)$$

$$t_1 = 2.0, t_2 = 2.1, t_3 = 2.9, t_4 = 2.8, t_5 = 3.9,$$

$$t_6 = 3.6, t_7 = 3.2, t_8 = 2.0, t_9 = 2.1,$$

$$S_{Iz}^2 = 0.16.$$

Для 4-го рудника:

$$G_4^1(S_4) = 156.7 + 0.92g_4^1(A_1) + 0.41g_4^1(A_2) + 2.73g_4^1(A_3) + 4.22g_4^1(A_4) + 1.07g_4^1(A_5) + 1.08g_4^1(A_6) + 0.56g_4^1(A_7) + 3.73g_4^1(A_8) + 4.71g_4^1(A_9), \quad (10)$$

$$t_1 = 2.1, t_2 = 2.3, t_3 = 3.1, t_4 = 2.8, t_5 = 4.3,$$

$$t_6 = 3.9, t_7 = 3.5, t_8 = 2.1, t_9 = 2.3,$$

$$S_{Iz}^2 = 0.18.$$

Как видно из значений коэффициентов значимости  $t_i$ , в этот период наибольшее влияние на производственную программу оказывает соль фасованная  $A_5$  ( $t_j \geq 3.9$ ), затаренная в мешки  $A_6$  ( $t_j \geq 3.6$ ) и в МКР  $A_7$  ( $t_j \geq 3.2$ ), что определяется «засолочными» заказами.

Уравнения прогноза укрупненных видов продукции ( $A_j$ ) осенне-зимнего периода для каждого рудника представлены ниже.

Для 1-го рудника:

$$G_1^2(S_1) = 142.3 + 1.13g_1^2(A_1) + 1.24g_1^2(A_2) + 3.81g_1^2(A_3) + 3.69g_1^2(A_4) + 1.04g_1^2(A_5) + 0.81g_1^2(A_6) + 0.73g_1^2(A_7) + 0.65g_1^2(A_8) + 2.13g_1^2(A_9), \quad (11)$$

$$t_1 = 4.1, t_2 = 4.2, t_3 = 2.7, t_4 = 2.6, t_5 = 2.5, t_6 = 2.1, t_7 = 2.2, t_8 = 3.7, t_9 = 2.4, S_{1z}^2 = 0.21.$$

Для 2-го рудника:

$$G_2^2(S_2) = 42.6 + 1.32g_2^2(A_1) + 1.38g_2^2(A_2) + 3.85g_2^2(A_3) + 3.72g_2^2(A_4) + 0.77g_2^2(A_5) + 0.78g_2^2(A_6) + 0.74g_2^2(A_7) + 0.71g_2^2(A_8) + 2.35g_2^2(A_9), \quad (12)$$

$$t_1 = 4.6, t_2 = 4.5, t_3 = 2.9, t_4 = 2.6, t_5 = 2.4, t_6 = 2.0, t_7 = 2.3, t_8 = 3.9, t_9 = 2.1, S_{2z}^2 = 0.2.$$

Для 3-го рудника:

$$G_3^2(S_3) = 44.7 + 1.38g_3^2(A_1) + 1.33g_3^2(A_2) + 2.73g_3^2(A_3) + 3.26g_3^2(A_4) + 0.71g_3^2(A_5) + 0.78g_3^2(A_6) + 0.72g_3^2(A_7) + 0.56g_3^2(A_8) + 3.72g_3^2(A_9), \quad (13)$$

$$t_1 = 4.2, t_2 = 4.3, t_3 = 2.8, t_4 = 2.3, t_5 = 2.4, t_6 = 2.2, t_7 = 2.3, t_8 = 3.9, t_9 = 2.6, S_{3z}^2 = 0.08.$$

Для 4-го рудника:

$$G_4^2(S_4) = 99.3 + 1.33g_4^2(A_1) + 1.37g_4^2(A_2) + 2.43g_4^2(A_3) + 1.96g_4^2(A_4) + 0.97g_4^2(A_5) + 0.71g_4^2(A_6) + 0.62g_4^2(A_7) + 0.83g_4^2(A_8) + 3.63g_4^2(A_9), \quad (14)$$

$$t_1 = 4.0, t_2 = 4.1, t_3 = 2.7, t_4 = 2.5, t_5 = 2.7, t_6 = 2.0, t_7 = 2.3, t_8 = 3.9, t_9 = 2.5, S_{4z}^2 = 0.11.$$

Как видно из значений коэффициентов значимости  $t_i$ , в этот период наибольшее влияние на производственную программу оказывает соль неупакованная, отгруженная в транспорт  $A_1$  ( $t_j \geq 4$ ), а также соль с противослеживающей добавкой  $A_2$  ( $t_j \geq 4.1$ ), что определяется муниципальными заказами.

При постановке задач оптимального планирования производственной программы учитывается, что на рудниках установлены различные виды перерабатывающего оборудования, что сказывается на затратном механизме производства укрупненных видов продукции. С учетом этих особенностей, технико-экономическая постановка задачи оптимального управления может быть сформулирована следующим образом: распределить объемы продукции, соответствующей позициям портфеля заказов ГП «Артемсоль» таким образом, чтобы технологическая себестоимость продукции была минимальной.

Формально эта постановка задачи представима в виде функционала (15):

$$I_1 = F(G_i(S_i), SS_i(S_i)) \rightarrow \min_{G_i(S_i)}, \quad (15)$$

где  $SS_i$  – обобщенная себестоимость по руднику.

В данной постановке задачи обобщенная себестоимость продукции рудника рассчитывается согласно (16):

$$SS_i = \sum_{j=1}^9 W_i(A_j) \cdot SS_j(g_j(A_j)), \quad (16)$$

где  $W_i(A_j)$  – функции веса производимой каждым рудником продукции  $A_j$ ; рассчитываются как среднестатистическая оценка (17):

$$W_i(A_j) = \frac{g_j(A_j)}{\sum_{j=1}^9 g_j(A_j)}. \quad (17)$$

Тогда, при решении конкретной задачи планирования, функционал (15) принимает вид (18):

$$I_1 = C_1 \cdot SS_1 \cdot G_1 + C_2 \cdot SS_2 \cdot G_2 + C_3 \cdot SS_3 \cdot G_3 + C_4 \cdot SS_4 \cdot G_4. \quad (18)$$

Решение этой задачи (в предположении, что рассчитанные согласно (16) и (17) обобщенные показатели технологической себестоимости продукции каждого рудника  $SS_i(S_i)$  являются фиксированными величинами) осуществляется симплекс-методом при наличии системы ограничений, которая представлена, в зависимости от сезона, совокупностью уравнений (7) – (10) – для весенне-летнего периода, или уравнений (11) – (14) для осенне-зимнего периода.

Вектор оптимальных решений задачи (18) представлен в виде (19):

$$(G_1^*(A_1), G_2^*(A_2), G_3^*(A_3), G_4^*(A_4)). \quad (19)$$

Этот вектор значений объемов продукции, производимой каждым рудником  $A_i$ , является рекомендацией для лица, принимающего решение (ЛПР) при составлении плана предприятия.

В зависимости от условий, задаваемых ЛПР, в систему ограничений могут быть включены условия, что плановое задание должно быть не менее указанного в портфеле заказов (20) – (21):

$$\sum_{i=1}^4 G_i^*(A_j) \geq G_i(A_j^{\Pi}), \quad (20)$$

где  $G_i(A_j^{\Pi})$  – объем укрупненных видов продукции портфеля заказов.

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^9 G_i(A_j) \geq \sum_{i=1}^4 G_i^*(A_j). \quad (21)$$

В связи с тем, что портфель заказов предприятия не постоянен, пересчет весовых коэффициентов (17) и обобщенной технологической себестоимости (16) рассматривается как блок предварительных расчетов, предшествующих решению задачи оптимального планирования (18). Аналогично в этом блоке рассчитываются прогнозирующие величины объемов по уравнениям (7) – (14).

### Заключение

Научная новизна работы заключается в разработке статистических моделей прогноза загрузки предприятия и его подразделений, в постановке и

формализации цели оптимального планирования.

Практическая значимость определяется возможностью прогнозировать варианты производимой продукции и получать оптимальные рекомендации лицу, принимающему решения о распределении заказанных видов продукции.

### Список литературы

1. Криводубский О.А. Задачи автоматизированного управления соледобывающим предприятием / О.А. Криводубский, П.А. Чикунов // Збірник матеріалів рег. НПК «Актуальні проблеми економічного та соціального розвитку регіону». – Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2007. – С. 366-369.
2. Криводубский О.А. Разработка системы управления ГПО «Артемсоль» / О.А. Криводубский, О.В. Ильчишин, П.А. Чикунов // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – Донецьк: Дончанка-інформ, 2008. – С. 37-41.
3. Криводубский О.А. Математическая модель планирования производства соли / О.А. Криводубский, П.А. Чикунов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – №2(29). – С. 107-110.
4. Криводубский О.А. Логико-формальная модель взаимосвязей ассортимента продукции, выпускаемой ГПО «Артемсоль» / О.А. Криводубский, П.А. Чикунов, А.О. Новаковская // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – №4(45). – С. 205-210.
5. Чикунов П.А. Формализация производственных затрат ГП «Артемсоль» и логико-формальные модели их взаимосвязей / П.А. Чикунов // Збірник матеріалів рег. НПК «Актуальні проблеми економічного та соціального розвитку регіону». – Красноармійськ: КП ДонНТУ – 2010. – С. 137-144.

Поступила в редколлегию 15.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, доцент В.И. Барсов, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

### ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДП «АРТЕМСІЛЬ»

П.О. Чикунов

Для завдань прогнозування виробничих і економічних показників, що реалізуються на державному підприємстві «Артемсоль», розроблена математична модель прогнозу об'ємів укрупнених видів продукції, що випускається підрозділами, і їх відповідність виробничій програмі підприємства в цілому. Згідно із статистичними даними складені рівняння, що характеризують весняно-літній і осінньо-зимовий періоди функціонування підприємства.

**Ключові слова:** функціональні особливості, асортимент, продукція, прогноз, ухвалення рішень, планування.

### FUNCTIONAL FEATURES OF SYSTEM OF PREPARATION MADE DECISION SE "ARTEMSOL"

P.A. Chickunov

For the tasks of prognostication of production and economic indexes, realized on the state enterprise "Artemsol", the mathematical model of prognosis of volumes of large-sized types of products, produced subdivisions and their accordance the production program of enterprise on the whole is developed. In obedience to statistical information worked out equations, characterizing the spring-summer and fall-winter periods of functioning of enterprise.

**Keywords:** functional features, assortment, products, prognosis, making decision, planning.