

**СТРАТЕГИИ И МЕХАНИЗМЫ СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО
КЛАСТЕРА В РЕГИОНЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ
ЭКОНОМИКИ**

**STRATEGIES AND MECHANISMS OF SOCIO-ECONOMIC
DEVELOPMENT OF THE INDUSTRIAL CLUSTER IN THE
REGION IN THE DIGITAL ECONOMY**

Машунин Юрий Константинович, д. э. н, проф.

Машунин Константин Юрьевич, Начальник отдела программирования, фирма DNS

Владивосток - Курск - Москва

2022

Цель доклада

Цель исследования состоит в разработке механизмов моделирования социально-экономического развития в виде математического аппарата и программного обеспечения решения векторной задачи линейного программирования (ВЗЛП) и его использования в рамках стратегического развитие промышленной корпорации (кластера) в регионе. Построение математической и численной модели корпорации, в которой вектор критериев отражает цели ее функционирования с одной стороны, а с другой, дает возможность построения стратегии развития корпорации с учетом экстенсивных и интенсивных факторов.

Методы решения ВЗЛП, основанные на нормализации критериев и принципе гарантированного результата.

Практическая (Численная) реализация: Моделирование и формирование стратегического плана социально-экономического развития кластера.

Для реализации поставленной цели

в докладе представлены:

1. Математическая модель головного предприятия (кластера);
2. Сформированы исходные (экономические, технологические) данные для построения модели, которые, представляют «Техническое задание» для формирования стратегического плана;
3. Формирование численных значений экономических показателей (стоимостей, ресурсных затрат, чистой прибыли, добавленной стоимости), которые используются при построении *математической модели*;
4. Построение численной модели в виде векторной задачи (ВЗЛП);
5. Численное Моделирование годового и стратегического плана развития головного предприятия (моногорода);
6. Анализ результатов решения и принятие окончательного решения;



1. Построение математической модели социально-экономического развития корпорации (кластера)

Вектор переменных включает: $X(t) = \{X_q(t) = \{x_j(t), j = \overline{1, N_q}\}, q \in Q\}$ – вид и объем $x_j(t), j = \overline{1, N_q}$ изделий производства в планируемом году $t \in T$, N – множество индексов видов изделий, работ, услуг. На переменные наложены ограничения $x_j(t) \leq u_j(t), j = \overline{1, N}$, где $u_j(t), j \in N$ получены службой маркетинга.

Векторный критерий $F(X(t))$ определяет социально-экономические цели функционирования Q подразделений $F_q(X(t))$

$$\forall q \in Q, f_{kq}(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^{N_q} c_j^k x_j(t), k = \overline{1, K_q},$$

$F_1(X(t))$ – характеризует системные показатели: кластер в целом.

доход предприятия: $f_k(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^N p_j^k x_j(t), k \in K,$

прибыль от реализации продукции по фирме:

$$\pi = f_k(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^N \pi_j^k x_j(t), k \in K, \pi_j = p_j - a_j(t), j = \overline{1, N},$$

Ограничения подразделяются на **глобальные** по головному предприятию:

$$\sum_{j=1}^N a_{ij}(t) x_j(t) \leq b_i(t), i = \overline{1, M}$$

и **локальные**, $\sum_{j=1}^{N_q} a_{ij}^q x_j(t) \leq b_i^q(t), i = \overline{1, M_q}, q = \overline{1, Q}$, и учитывают

производственными мощностями предприятия, трудовые и материалы, а также ограничения по **плановым показателям**, как минимум необходимо получить.

Представим математическую модель функционирования корпорации в виде ВЗМП

$$\text{Opt } F(X(t)) = \{F_q(X(t)) = \left\{ \max f_{kq}(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^{N_q} c_j^k x_j(t), k = \overline{1, K_q} \right\}, q = \overline{1, Q}\}, \quad (8)$$

$$\max F_1(X(t)) = \left\{ \max f_k(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^N c_j^k x_j(t), k = \overline{1, K_1} \right\}, \quad (9)$$

$$\text{при ограничениях } \sum_{j=1}^N a_{ij}(t) x_j(t) \leq b_i(t), i = \overline{1, M}, \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^{N_q} a_{ij}^q x_j(t) \leq b_i^q(t), i = \overline{1, M_q}, q = \overline{1, Q}, \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^N c_j^k x_j(t) \geq b_k(t), k \in K, \quad (12)$$

$$x_{jv}(t) = x_{jg}(t), i_v \in K, j_g \in K, \quad (13)$$

$$0 \leq x_j(t) \leq u_j(t), j = \overline{1, N_q}, q = \overline{1, Q}, \quad (14)$$

$$t = \overline{1, T}, \quad (15)$$

где $F(X(t))$ - векторный критерий (8), в котором $F_q(X(t))$ - подмножество критериев подразделений фирмы, $k = \overline{1, K_q}, q = \overline{1, Q}$; $F_1(X(t))$ - это подмножество критериев: объемы продаж произведенной продукции, прибыли, добавленной стоимости; $X = \{x_j(t), j = \overline{1, N}\}$ - вектор переменных, каждый компонент которого определяет количество j -го вида продуктов, включенных в план; c_j^k - экономический показатель k -го вида $k = \overline{1, K_1}$ характеризующей j -го вида единицы продукции. $u_j(t)$ - объемы товаров востребованные рынком

2.2. Экстенсивные и интенсивные факторы

Экстенсивные факторы связаны с расширением производства: ограничения на ресурсы (3)-(4) $b_i(t), i=1, M_p$ в планируемом году $(t+1) \in T$ увеличатся на величину $\Delta b_i(t+1), i=1, M$ примут вид:

$$b_i(t+1) = b_i(t) + \Delta b_i(t+1), i \in M_p, (t, t+1) \in T. \quad (16)$$

Интенсивные факторы определяются ростом производительности труда, снижением материальных затрат, повышением фондоотдачи и повышением качества продукции

$$\Delta a_{ij}(t+1) = a_{ij}(t) - a_{ij}(t+1), i=1, M_{\text{tr}}, M_{\text{tr}} \subset M, j=1, N, t \in T. \quad (17)$$

Аналогично определяется снижение материалоемкости изделия. При оценке производственных мощностей необходимо учитывать износ $\Delta b_i^{\text{fign}}(t+1), i=1, M_{\text{fond}}, M_{\text{fond}} \subset M$ и увеличение за счет амортизационных отчислений $\Delta b_i^{\text{amort}}(t+1)$, а также за счет инвестиций в производственные мощности предприятия.

$$\Delta b_i^{\text{fign}}(t+1) = \Delta b_i^{\text{amort}}(t+1), i=1, M_{\text{fond}}$$

Математическая модель прогнозирования кластера с учетом экстенсивных и интенсивных технологий

$$\text{opt } F(X(t)) = \{F_q(X(t)) = \{\max_{j=1, \dots, N_q} f_{kq}(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^{N_q} c_j^k x_j(t), \quad k = \overline{1, K_q}, q = \overline{1, Q}\}, \quad (1)$$

$$F_1(X(t)) = \{\max_{j=1, \dots, N} f_k(X(t)) \equiv \sum_{j=1}^N c_j^k x_j(t), \quad k = \overline{1, K_1}\}, \quad (2)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^N (a_{ij}(t)x_j(t) - \Delta a_{ij}(t+1)) x_j(t) \leq (b_i(t) + \Delta b_i(t+1)), \quad i = \overline{1, M}, M_{tr} \subset M, M_{mat} \subset M, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^N (a_{ij}^f(t)x_j(t) - \Delta a_{ij}^f(t+1)) x_j(t) \leq (b_i^f(t) - \Delta b_i^{fizn}(t+1) + \Delta b_i^f(t+1)), \quad i = \overline{1, M_{fond}}, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{N_q} (a_{ij}^q(t) - \Delta a_{ij}(t+1)) x_j(t) \leq (b_i^q(t) + \Delta b_i(t+1)), \quad i = \overline{1, M_q}, q = \overline{1, Q}, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^N c_j^k x_j(t) \geq b_k(t), \quad k \in K, x_j(t) \leq u_j(t), \quad j = \overline{1, N_q}, q = \overline{1, Q}, t = \overline{1, T}. \quad (6)$$

Алгоритм решения векторной задачи (ВЗЛП)

Решение ВЗЛП основано на нормализации критериев и принципе гарантированного результата.

Шаг 1. Решается задача (1)-(6) по каждому критерию отдельно, т.е. для $\forall k \in K_1$ решается на максимум, а для $\forall k \in K_2$ на минимум. В результате получим:

X^* - точка оптимума по соответствующему критерию, k ;

$f^* = f_k(X)$ – величина k -го критерия в этой точке, $k=1, K$.

Шаг 2. Определяем наихудшую величину каждого критерия (антиоптимум):

f_k^0 , $k=1, K$. Решается задача (1)-(6) для каждого критерия $k=1, K_1$ на минимум:

$f_k^0 = \min f_k(X)$, $G(X) \leq B$, $X \geq 0$, $k=1, K_1$. В результате решения получим: $X^0 = \{x_j, j=1, N\}$ - точка оптимума по $k=1, K$; $f^0 = f_k(X^0)$ – величина k -го критерия в точке, X_k^0 , $k=1, K$ (верхний индекс-ноль).

Шаг 3. Выполняется **системный анализ** множества точек, оптимальных по

Парето, для этого в оптимальных точках $X^* = \{X_k^*, k=1, K\}$ определяются

величины целевых функций $F(X^*) = \{f_q(X_k^*), q=1, K, k=1, K\}$

относительных оценок: $\lambda(X^*) = \{\lambda_q(X_k^*), q=1, K, k=1, K\}$:

$$\lambda(y_j(t)) = \frac{f_j(y_j^o(t)) - f_j^0}{f_j^* - f_j^0}, \quad \forall k \in K \quad \lambda_k(X_k^*) = 1.$$

Алгоритм решения векторной задачи (ВЗМП) (2)

Шаг 4. Построение λ -задачи. 1 этап. Строится максиминная задача:

$$\lambda^0 = \max_{X \in S} \min_{k \in K} \lambda_k(X). \quad (8)$$

На втором этапе задача (8) преобразуется в стандартную задачу математического программирования, названную λ -задача:

$$\lambda^0 = \max \lambda, \quad (9)$$

$$\lambda - \lambda_k(X^0) \leq 0, \quad k = 1, K, \quad (10)$$

$$G(X) \leq B, \quad X \geq 0, \quad (11)$$

где вектор неизвестных X имеет размерность $N+1$: $X = \{\lambda, x_1, \dots, x_N\}$.

Шаг 5. Решение λ -задачи.

λ -задача (9)-(11) – это стандартная задача выпуклого программирования.

В результате решения λ -задачи получаем:

$X^0 = \{\lambda^0, X^0\}$ - точку оптимума; $f_k(X^0)$, $k=1, K$ - величины критериев в этой точке;

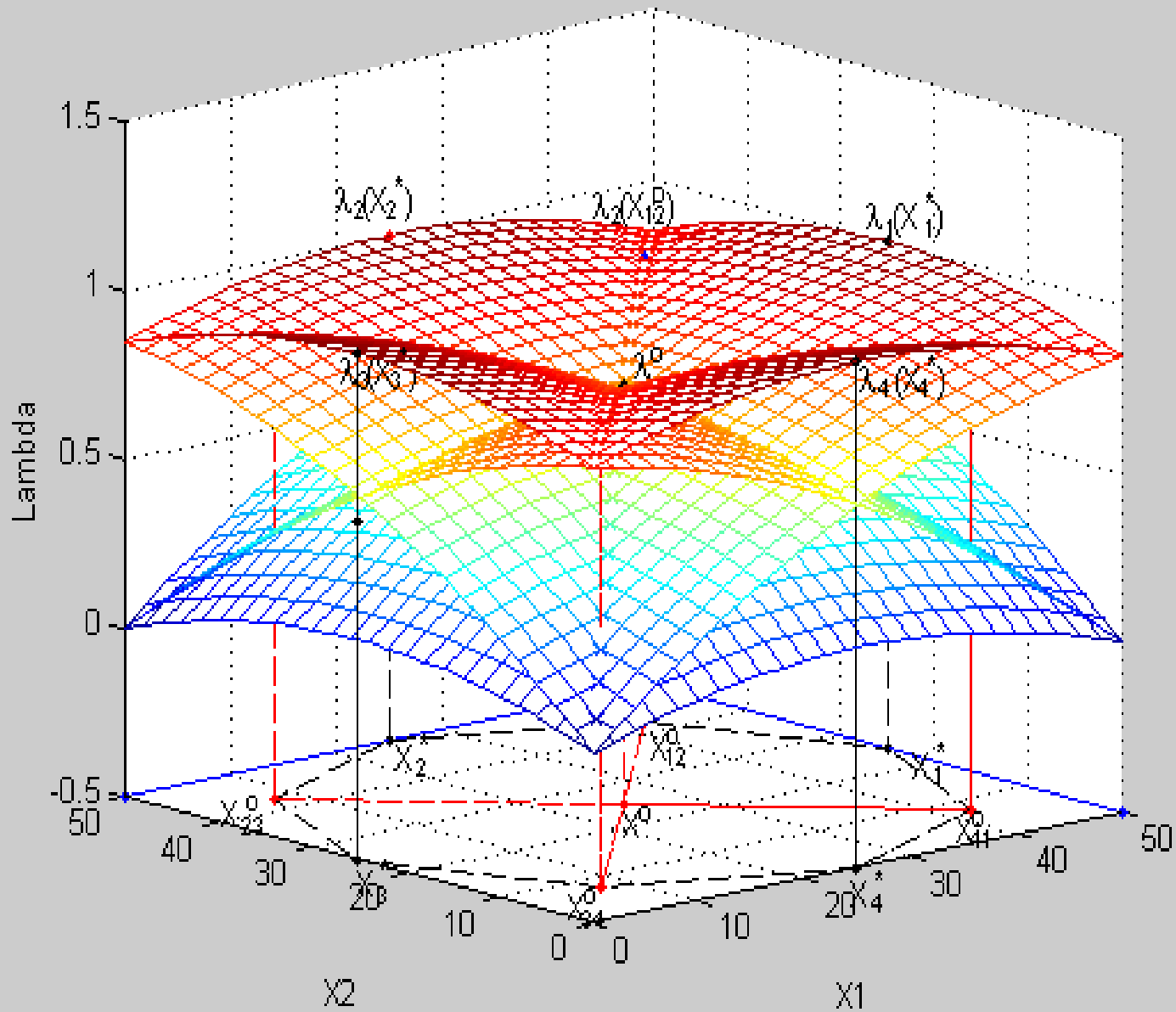
$\lambda_k(X^0)$, $k=1, K$ - величины относительных оценок: $\lambda(X) = (f_k(X^0) - f_k^*) / (f_k^* - f_k^0)$;

λ^0 - максимальную относительную оценку, которая является максимальным нижним уровнем для всех относительных оценок $\lambda_k(X^0)$, или гарантированным результатом в относительных единицах, λ^0

гарантирует, что в точке X^0 все относительные оценки $\lambda_k(X^0)$ больше или равны λ^0 , $\lambda_k(X^0) \geq \lambda^0$, $k=1, K$ или $\lambda^0 - \lambda_k(X^0) \leq 0$, $k=1, K$, (12)

Геометрическая интерпретация

λ -zadacha Vector Optimization



3. Моделирование и прогнозирование развития С-ЭС

Программное обеспечение реализации стратег. плана:

1. **Техническое задание.** Формирование исходных данных (статистических, экономических, технологических) для построения модели.
2. **Построение численной модели** инновационного развития головного предприятия виде векторной задачи (1)-(8) (постановка задачи).
3. **Моделирование годового плана** предприятия на базе алгоритма решения ВЗЛП, основанного на нормализации критериев и принципе гарантированного результата при равнозначных критериях.
4. **Анализ результатов решения** и принятие окончательного решения по годовому плану развитию предприятия.
5. **Формирование стратегического плана** развития промышленного предприятия в динамике с учетом экстенсивных и интенсивных факторов (технологий).
6. **Стратегический план** представляет результат решения задачи (1)-(8) на заданное количество лет

1. Техническое задание на разработку стратег. плана

Дано. Рассматривается кластер (моногород), состоящий из четырех хозяйственно самостоятельных производств, $q=1,4$ и $q=5$ - головного предприятия. Кластер выпускает продукцию $N=12$ видов: два каждым подразделением, $N_q=2$, и четыре $N_{q=5}=4$. Вспомогательные предприятия поставляют по одному виду продукции (полуфабрикат) головному предприятию. Информация о производственной деятельности предприятия за прошлый период представлена:

- **статистическими данными** – сформированы в таблице 1
- **технологическими данными (конец текущего года):** стоимостные показатели одной единицы продукции, ресурса; норма расхода ресурсов, объемы ресурсов в первом планируемом периоде. В совокупности все эти экономические показатели составляют технологическую матрицу производства в таблице 2;
- **анализ статистических данных о производственной деятельности предприятия** за предыдущий период показал, что управленческие затраты составляют 37,8 % от производственной себестоимости одного изделия, коммерческие затраты 8,8 % и амортизация – 1,8%. Налоги составляют 8,8% от прибыли до налогообложения.

Таблица 1. Статистика экономических показателей по кластеру

Экономические показатели	Распределение по годам (тыс. руб.)				
	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Выручка от реализации продукции (услуг), т. руб.</i>	220300	240500	256295	263600	355720
Сырье и материалы	36700	45500	57441	56530	76676
Капитальный ремонт	10600	11300	11904	12519	22988
<i>Топливо</i>	1420	1510	1665	1751	2375
<i>Электроэнергия</i>	6203	6524	6203	6524	13408
Затраты на оплату труда	49760	56200	63115	70689	83413
Амортизация	1930	1520	1634	1718	3671
<i>Итого себестоимость</i>	106613	122554	141962	149731	202531
<i>Прочие расходы, в т.ч.:</i>	59190	66010	72490	80466	94726
Управленческие расходы	56270	62390	68170	74284	76601
Проценты к уплате	650	710	760	711	602
Прочие расходы	2270	2910	3560	5471	17523
<i>ВСЕГО расходы</i>	165803	188564	214452	230197	297257
<i>Прибыль до налогообложения</i>	54497	51936	41843	33403	58463
Налоги, в т.ч.	17130	18210	18460	18981	26305
Отчисления от зар/платы	15670	16740	16780	17647	23936
Налоги (прочие)	1460	1470	1680	1334	2369
Чистая прибыль	37367	33726	23383	14422	32158
Добавленная стоимость	175977	186966	190986	198795	263261

Таблица 2. Технологическая матрица производства

Экономические показатели		Товары, разделенные по 5 предприятиям												Стоим. 1 ед. тыс.р.	План (ре- сурсы)
		1		2		3		4		Головное предпр.					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Стоимость 1 ед. продукции	1	381	419	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2	0	0	218	209	0	0	0	0	0	0	0	0		
	3	0	0	0	0	526	608	0	0	0	0	0	0		
	4	0	0	0	0	0	0	156	215	0	0	0	0		
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	286	532	291	445		
Материаль- ные ресурсы	1	0.671	0.946	0.0264	0.022	0.033	0.022	0.033	0.924	0.0011	0.029	0,099	0.1958	50	550
	2	0.33	0.165	0.0016	0.001	0.000	0.001	0.003	0.030	0	0	0.013	0.027	6	138
	3	0.11	0.22	0.011	0.0022	0.0121	0.070	0.0121	0.176	0.253	0.44	0.99	1.21	5.27	621
	4	0.0066	0.0198	0.0019	0.0022	0	0	0.0011	0.0029	0.0118	0.179	0.0003	0.0003	326	33
Трудовые ресурсы	5	16.544	31.02	13.20	16.83	19.833	22.28	11.33	22.583	12.1	22.67	18.7	30.833	2.2	25610
	6	1.705	2.42	2.42	1.474	0,946	1.10	0.55	1.144	1.1	2.486	1.1	2.1	2.2	2750
Энергетика	7	24.42	26.18	15.18	15.51	29.37	29.92	1.76	2.3	1.98	4.73	6.82	6.71	4.18	13948
Тепловая эн.	8	0.33	0.44	0.44	0.22	1.65	2.882	0.77	0.14	1.078	1.14	1.1	2.2	44	1606
Предприят. 1	9	0.022	0.132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45.9	146
Предприят. 2	10	0	0	0.002 2	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	5.72	17.6
Предприят. 3	11	0	0	0	0	0.11	0,88	0	0	0	0	0	0	90.2	146
Предприят. 4	12	0	0	0	0	0	0	0.022	0,275	0	0	0	0	46.1	184
Предприят. 5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,88	1,43	0.33	0.44	73.7	460

Техническое задание на разработку стратег. плана

Требуется:

а) **Определить производственный план предприятия**, который включает показатели по номенклатуре (по видам изделий) и по объему, т. е. сколько изделий соответствующего вида изделия следует изготовить каждому предприятию, чтобы доход, прибыль и валовая добавленная стоимость при их реализации была как можно выше. Рассматривается стратегический период планирования $T=5$ лет. В этой задаче также решается задача распределения глобальных ресурсов между пятью подразделениями.

б) **Составить модель производственного плана** предприятия, в котором экономические показатели максимальны. Провести моделирование и представить прогноз развития фирмы и ее предприятий на соответствующий период планирования. Программное обеспечение решение задачи, лежащей в основе математической модели, реализовано в системы Matlab.

промышленного предприятия

$$\begin{aligned}
 \text{opt } F(X(t)) = & \{ \max f_1(X_1(t)) \equiv 381x_1(t) + 439x_2(t), \max f_2(X_2(t)) \equiv 218x_3(t) + 209x_4(t), \\
 & \max f_3(X_3(t)) \equiv 526x_5(t) + 648x_6(t), \max f_4(X_4(t)) \equiv 150x_7(t) + 215x_8(t), \\
 & \max f_5(X_5(t)) \equiv 286x_9(t) + 532x_{10}(t) + 291x_{11}(t) + 445x_{12}(t), \\
 \max f_6(X(t)) \equiv & 381x_1(t) + 439x_2(t) + 218x_3(t) + 209x_4(t) + 526x_5(t) + 648x_6(t) + 150x_7(t) + \\
 & 215x_8(t) + 286x_9(t) + 532x_{10}(t) + 291x_{11}(t) + 445x_{12}(t), \\
 \max f_7(X(t)) \equiv & 52.33 x_1(t) + 10.75x_2(t) + 20.83x_3(t) + 16.96 x_4(t) + 95.29 x_5(t) + 23.61 x_6(t) + 29.22 x_7(t) + 5.965 \\
 & x_8(t) + 27.37 x_9(t) + 48.15 x_{10}(t) + 32.98 x_{11}(t) + 38.35 x_{12}(t) \}, \\
 \max f_8(X(t)) \equiv & 342.7 x_1(t) + 383.1 x_2(t) + 215.9 x_3(t) + 207.16 x_4(t) + 524.3 x_5(t) + 646.5 x_6(t) + 147.9 x_7(t) + 166.7 \\
 & x_8(t) + 280.7 x_9(t) + 469.7 x_{10}(t) + 280.6 x_{11}(t) + 428.6 x_{12}(t) \}, \tag{18}
 \end{aligned}$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned}
 & 0.67x_1(t) + 0.95x_2(t) + 0.026x_3(t) + 0.022x_4(t) + 0.033x_5(t) + 0.022x_6(t) + 0.033x_7(t) + 0.92x_8(t) + 0.001x_9(t) + \\
 & \quad 0.029x_{10}(t) + 0.1x_{11}(t) + 0.2x_{12}(t) \leq 550 \\
 & 0.33x_1(t) + 0.165x_2(t) + 0.002x_3(t) + 0.001x_4(t) + 0.001x_5(t) + 0.001x_6(t) + 0.0033x_7(t) \\
 & \quad + 0.031x_8(t) + 0x_9(t) + 0x_{10}(t) + 0.013x_{11}(t) + 0.028x_{12}(t) \leq 138,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0.11x_1(t) + 0.22x_2(t) + 0.011x_3(t) + 0.0022x_4(t) + 0.012x_5(t) + 0.07x_6(t) + 0.012x_7(t) + 0.18x_8(t) + 0.253x_9(t) + \\
 & \quad 0.44x_{10}(t) + 0.99x_{11}(t) + 0.12x_{12}(t) \leq 621
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0.007x_1(t) + 0.02x_2(t) + 0.002x_3(t) + 0.0022x_4(t) + 0x_5(t) + 0x_6(t) + 0.001x_7(t) + 0.003x_8(t) + 0.012x_9(t) + 0.18x_{10}(t) \\
 & \quad + 0.0003x_{11}(t) + 0.0003x_{12}(t) \leq 33,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 16.54x_1(t) + 31x_2(t) + 13.2x_3(t) + 16.8x_4(t) + 19.83x_5(t) + 22.27x_6(t) + 11.3x_7(t) + 22.6x_8(t) + 12.1x_9(t) + 22.7x_{10}(t) + \\
 & \quad 18.7x_{11}(t) + 30.8x_{12}(t) \leq 25610,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 1.705x_1(t) + 2.42x_2(t) + 2.42x_3(t) + 1.474x_4(t) + 0.946x_5(t) + 1.1x_6(t) + 0.55x_7(t) + 1.144x_8(t) + 1.1x_9(t) + 2.48x_{10}(t) \\
 & \quad + 1.1x_{11}(t) + 2.31x_{12}(t) \leq 2750,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 24.4x_1(t) + 26.2x_2(t) + 15.2x_3(t) + 15.5x_4(t) + 29.4x_5(t) + 29.9x_6(t) + 1.76x_7(t) + 2.3x_8(t) + 1.98x_9(t) + 4.73x_{10}(t) + \\
 & \quad 6.82x_{11}(t) + 6.71x_{12}(t) \leq 13948,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0.33x_1(t) + 0.44x_2(t) + 0.44x_3(t) + 0.22x_4(t) + 1.65x_5(t) + 2.88x_6(t) + 0.77x_7(t) + 0.14x_8(t) + 1.08x_9(t) + \\
 & \quad 1.14x_{10}(t) + 1.1x_{11}(t) + 2.2x_{12}(t) \leq 1606, \tag{19}
 \end{aligned}$$

$$0.022x_1(t) + 0.1320x_2(t) \leq 146, \quad 0.0022x_3(t) + 0.0044x_4(t) \leq 17.6, \quad 0.11x_5(t) + 0.88x_6(t) \leq 146.3,$$

$$0.022x_7(t) + 0.275x_8(t) \leq 184, \quad 0.88x_9(t) + 1.43x_{10}(t) + 0.33x_{11}(t) + 0.44x_{12}(t) \leq 460,$$

$$-1x_1(t) + 1x_9(t) = 0, \quad -1x_3(t) + 1x_{10}(t) = 0, \quad -1x_5(t) + 1x_{11}(t) = 0, \quad -1x_7(t) + 1x_{12}(t) = 0,$$

$$10 \leq x_1(t) \leq 2500, \quad 10 \leq x_2(t) \leq 2500, \quad \dots, \quad 10 \leq x_{12}(t) \leq 2500, \tag{20}$$

где (18) – это векторный критерий $F(X(t))$ включает 9 критериев;

(19) – Глобальные ограничения; (20) - Локальные ограничения

3. Результаты решения инновационного развития промышленного предприятия (Моделирование годового плана)

В результате решения ВЗЛП (21)-(25) получим:

точку оптимума: $X^0 = x^0 = \{L_0 = 0.3258, x_1 = 43.6.0, x_2 = 133.9, x_3 = 157.7, x_4 = 114.3, x_5 = 10.0, x_6 = 113.3, x_7 = 10.0, x_8 = 235.5, x_9 = 43.6, x_{10} = 157.7, x_{11} = 10.0, x_{12} = 10.0\}$, которая характеризует номенклатуру и объемы изделий, предполагаемых к выпуску в планируемом году;

максимальную относительную оценку $\lambda^0 = L_0 = 0.3258$ в точке X^0 ;

значения критериев в точке оптимума: $f_1(X^0) = 75390, f_2(X^0) = 58270, f_3(X^0) = 78690, f_4(X^0) = 52140, f_5(X^0) = 103740, f_6(X^0) = 368230, f_7(X^0) = 23860, f_8(X^0) = 84170, f_9(X^0) = 336660$, где $f_1(X^0), \dots, f_5(X^0)$ объем продаж по каждому предприятию, $f_6(X^0)$ – продажи кластера, $f_7(X^0)$ – прибыль в целом; $f_8(X^0)$ – добавленная стоимость, $f_9(X^0)$ – налоги;

относительные оценки $\lambda_k(X^0), k=1, K$: $\lambda_1(X^0) = 0.3258, \lambda_2(X^0) = 0.3258, \lambda_3(X^0) = 0.3258, \lambda_4(X^0) = 0.3258, \lambda_5(X^0) = 0.3258, \lambda_6(X^0) = 0.7494, \lambda_7(X^0) = 0.3771, \lambda_8(X^0) = 0.207$.

Относительная оценка $\lambda^0 = 0.3258$ показывает, что все независимые критерии, (т. е. критерии всех предприятий моногорода), измеренные в относительных единицах, подняты до величины λ^0 и равны $\lambda_k(X^0), k=1, K$, при всех других объемах относительная оценка λ' всегда будет меньше λ^0 , т.е. точка X^0 оптимальна по Парето:

$$\lambda^0 \leq \lambda_k(X^0(t)), k=1, K : \lambda_7(X^0) = 0.7494, \lambda_8(X^0) = 0.3771, \lambda_9(X^0) = 0.7207.$$

4. Анализ результатов решения и принятие решения окончательного по годовому плану развитию предприятия

Анализ начинается с проверки загрузки ресурсов по глобальным и локальным ресурсам: $r_i^q = A X_i^0$, $i=1,14$, $q=1,5$.

Сравниваются полученные затраты глобальных ресурсов с возможностями фирмы: b_i , $i=1,8$, с $R_i = \sum r_i^q$, $i=1,8$. Определим отклонения $\Delta R_i = b_i - R_i$, $i=1,8$. Для ресурсов $i=1, 2, 4, 7$ $\Delta R_i = 0$, т.е. они загружены полностью и сдерживают дальнейший рост векторного критерия $F(X)$.

Полученные результаты: номенклатура и объемы производства X^0 ; значения экономических показателей $f_k(X^0)$, $k=1,K$; относительные оценки $\lambda_k(X^0)$, $k=1,K$; отклонения по ресурсам ΔR_i , $i=1,8$ - являются основой для принятия решений.

Обычно изменяются ресурсы (в сторону увеличения – уменьшения) и модель просчитывается заново.

Из этого множества выбирается наиболее приемлемое

Формирование стратегического плана развития промышленного предприятия

Стратегический план с учетом экстенсивных и интенсивных ресурсов развития предприятия представляет результат решения задачи (1)-(6) на заданное количество лет. На каждом шаге выполняется анализ ресурсов и увеличиваются те ресурсы, которые сдерживают развитие предприятий моногорода. Расчет ресурсов на три года показан в таблице 7

TABLE 7. CALCULATION OF RESOURCES FOR THE FIRST, SECOND AND THIRD YEAR OF THE STRATEGIC PLAN

Name of the resource	Resources for the 1st year of planning			Resources for the 2st year of planning			Resources for the 3st year of planning		
	The presence of	The amount of costs- R_i	The remains $\Delta R_i = b_i - R_i$	The presence of	The amount of costs- R_i	The remains $\Delta R_i = b_i - R_i$	The presence of	The amount of costs- R_i	The remains $\Delta R_i = b_i - R_i$
Resource 1	550	391	159.1	550	424	125.7	550	460	89.51
Resource 2	138	45	93.3	138	49	89.40	138	53	85.2
Resource 3	621	188	432.7	621	203	418.5	621	218	403.1
Resource 4	33	33	0.0	36	36	0.0	39	39	0.0
Resource 5	25610	21633	3976.6	25610	23418	2192.3	25610	25349	260.8
Resource 6	2750	1832	918.3	2750	1983	766.6	2750	2148	602.3
Resource 7	13948	13948	0.0	15098	15098	0.0	15378	16344	0.0
Resource 8	1606	813	794.0	1606	877	729.3	1606	947	659.2

Формирование стратегического плана развития промышленного предприятия (моногорода)

В результате анализа ресурсов, их увеличения на планируемый период учитываются экономические показатели развития предприятий моногорода.

Стратегический план с учетом экстенсивных, интенсивных технологий оценивает не только производственные показатели, но и экономический рост населения:

Показатель «Добавленная стоимость» характеризует рост заработной платы;

Показатель «Налоги» характеризует рост социального благосостояния города.

Экономические показатели прогноза объема производства на пять лет с учетом экстенсивных и интенсивных факторов (тыс. руб.) в **Таблице 8**.

TABLE 8. ECONOMIC INDICATORS OF THE FORECAST OF PRODUCTION VOLUME FOR FIVE YEARS, TAKING INTO ACCOUNT EXTENSIVE AND INTENSIVE FACTORS (THOUSAND RUBLES)

Year	Sales of enterprises, $q=\overline{1, Q}$					Firm as a whole			
	1	2	3	4	5	Sales	Profit	Additional value	Taxes
1	75390	58270	78690	52140	103740	368230	23860	336660	5970
2	81660	63300	84940	56660	111970	398540	25780	364320	6450
3	88450	68760	91710	61560	120880	431350	27860	394260	6960
4	95800	74660	99030	66860	130520	466870	30110	426670	7530
5	103750	81060	106950	72600	140960	505320	32540	461740	8140



Заключение.

Таким образом, **Математическая модель** функционирования промышленного кластера (моногорода), представленная векторной задачей математического программирования и математический аппарат для ее решения, основанный на нормализации критериев и принципе гарантированного результата, во-первых, дают возможность решить одну из важнейших проблем теории фирмы – принятия оптимального решения по некоторому набору экономических показателей (критериев) в совокупности, во-вторых, **численная модель** кластера позволяет оценить динамику развития производства, экономические показатели, относительные темпы роста, а в совокупности оценить инвестиционные вложения, необходимые для такого роста производства, и, в-третьих, **Стратегический план** инновационного развития моногорода учитывает не только производственные показатели, но и экономический и социальный рост благосостояния населения города.

Авторы готовы участвовать в разработке **стратегического плана** для любого промышленного предприятия

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Обращаться:

mashunin@mail.ru