

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНОВ

Описан подход к созданию оптимизационной модели управления промышленностью региона на основе математических методов многокритериальной оптимизации. Разработанная модель представляется также вполне эффективной в целях улучшения управления отдельными крупными промышленными предприятиями, а также общего анализа деятельности крупных и средних промпредприятий.

Проанализировав современные подходы к проблеме моделирования различных задач управления промышленными предприятиями, совершенно ясно, что путь разработки данной очень важной и сложной народнохозяйственной проблемы лежит, прежде всего, через серьезнейший углубленный анализ сегодняшнего состояния промышленности в регионах РФ, структурный анализ самой системы управления промышленностью, выработку комплексного понимания имеющихся проблем и уж затем разработку системной методики их решения, в которой формализованные методы математического моделирования должны использоваться лишь когда формализация позволяет получить модели, адекватные реальным и, зачастую очень сложным процессам управления территориальными промышленными комплексами региона.

На взгляд автора, процессы управления промышленностью и экономикой страны и ее регионов должны быть взяты под непосредственный контроль государства и субъектов федерации. И эта работа должна происходить на основе анализа, прогнозирования и планирования промышленно-экономического развития. Только в этом случае государство и его регионы могут рассчитывать на существенный экономический рост, более того, сами его планировать и контролировать. Такой подход позволит государству также наладить учет потребления колоссального ресурсного и производственного потенциала. И учет этот нельзя осуществить без участия субъектов РФ.

Государственный контроль совершенно необходим для координации деятельности промышленных корпораций и финансово-промышленных групп, крупных и средних промышленных предприятий, а также удовлетворения информационных потребностей руководства страны и субъектов РФ в полной и достоверной динамике показателей развития промышленности и экономики.

В этой связи постановка задачи управления промышленностью субъекта РФ выглядит следующим образом.

На базе сложившихся в субъекте показателей анализа промышленности и экономики формируется система показателей, которая, на взгляд руководства региона, будет позволять принимать обоснованные управленческие решения о развитии промпредприятий.

Обозначим эти показатели X_1, X_2, \dots, X_n .

Каждый из этих показателей рассчитывается по соответствующим формулам, которые отражены в основном в методиках «Пермстат» и др. Эти расчеты выполняются обычно комитетом государственной статистики и лишь частично комитетом экономики и комитетом промышленности субъекта РФ. Исходной информацией для расчета являются данные первичной статистической отчетности, которые по всем предприятиям региона представляет в соответствии с законом региональный комитет госстатистики. Существуют и другие альтернативные источники первичной или уже агрегированной информации (ГНИ, внебюджетные фонды, СМИ, Интернет и др.).

В любом случае можно сказать, что все показатели, характеризующие состояние промышленных предприятий области рассчитываются по соответствующим формулам, которые в общем виде можно представить следующим образом:

$$\begin{cases} X_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_m) \\ X_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_m) \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ X_n = f_n(x_1, x_2, \dots, x_m) \end{cases}, \quad (1)$$

где x_1, x_2, \dots, x_m – данные первичной статотчетности (формы П1, П2, П3 и П4, получаемых госкомстатом от промпредприятий один раз в месяц, а также другие аналогичные данные, формируемые в органах государственной власти и управления субъекта РФ с аналогичной периодичностью или более часто).

Следует отметить, что часть информации о промпредприятиях по сложившейся практике представляется лишь ежеквартально. Это данные квартального баланса отчета о финан-

совых результатах, структура затрат форма 2, приложение к балансу форма 1.

Рассматривая показатели X_1, X_2, \dots, X_n как координаты вектора \bar{a} , получим следующее n -мерное пространство.

Когда варианты экономического состояния промпредприятия отличаются качественно, возникает необходимость включить в рассмотрение показатели, определяющие состояние предприятия не только количественно, но и качественно. В этом случае производится ранжирование показателей.

Например, показатель экспертной оценки влияния предприятия на напряженность социальной ситуации в регионе. В этом случае оценки могут выражаться следующим образом: очень высокая; высокая; средняя; низкая; очень низкая.

Тогда подобному показателю придается ранговая оценка: 5, 4, 3, 2, 1 в соответствии с приведенным списком оценок. Таким образом, данный показатель становится количественным и добавляется в качестве координаты к вектору \bar{a} (рис. 1).

На основе перечисленных исходных данных можно расчетным путем получить необходимые агрегированные данные о состоянии промпредприятий, которые лучше всего оформить в следующем виде:

- основные справочные сведения по выбранным предприятиям субъекта РФ;

- данные всех форм отчетности предприятий за соответствующий период (месяц, квартал, год);

- основные финансовые показатели по предприятиям за соответствующий период (квартал, год);

- укрупненный баланс всех предприятий с заданным началом и концом периода;

- табличное представление динамики некоторых основных финансово-экономических показателей и наиболее значимых абсолютных данных за ряд периодов по выбранным предприятиям;

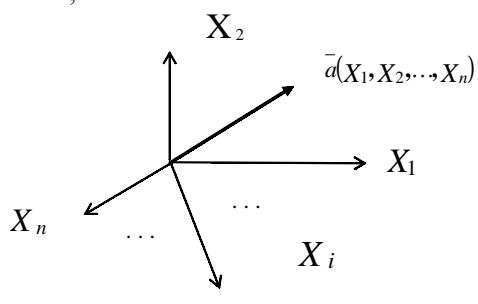


Рисунок 1. Вектор \bar{a} , характеризующий состояние промышленного предприятия

- графическое представление динамики финансово-экономических показателей, наиболее значимых абсолютных данных отчетностей, а также некоторых их совокупностей за выбранный ряд периодов по предприятиям, отраслям, территориям (городам и районам) субъекта РФ;

- структурные диаграммы по набору показателей за указанный период по предприятиям, отраслям, территориям;

- рейтинговые списки предприятий по 4 направлениям за данный период по указанной отрасли;

- списки предприятий с заданной динамикой по выбранному показателю за указанный временной период.

Полученная таким образом информация по предприятиям субъекта РФ образует соответствующий региональный банк данных промышленных предприятий. Хранящаяся в нем информация может быть использована в качестве исходной для описанной ниже модели.

Для описания предпочтений руководства используем бинарные отношения на множестве A , каждый элемент которого обозначает допустимое состояние промышленности региона.

Обозначим через Π шкалу предпочтений руководства субъекта РФ. В случае, если два состояния промышленности \bar{a}_1 и \bar{a}_2 , принадлежащие множеству A , неразличимы по шкале предпочтений руководства региона, тогда говорят, что они одинаковы по шкале предпочтений, и обозначают:

$$\Pi(\bar{a}_1) = \Pi(\bar{a}_2). \quad (2)$$

Когда состояние \bar{a}_1 предпочтительней состояния \bar{a}_2 :

$$\Pi(\bar{a}_1) > \Pi(\bar{a}_2). \quad (3)$$

Очевидно, что состояния промышленности \bar{a}_1 и \bar{a}_2 могут находиться только в одном из трех соотношений:

$$\Pi(\bar{a}_1) = \Pi(\bar{a}_2), \quad \Pi(\bar{a}_1) > \Pi(\bar{a}_2), \quad \Pi(\bar{a}_1) < \Pi(\bar{a}_2).$$

Объединение состояния предпочтения и состояния безразличия по шкале предпочтений дает отношение нестрогого предпочтения, которое обычно обозначается как нестрогое неравенство:

$$\Pi(\bar{a}_1) \geq \Pi(\bar{a}_2). \quad (4)$$

При сравнении по предпочтительности векторов в общем случае разные критерии (координаты векторов) могут по-разному соотноситься по шкале предпочтительности в зависимости от того, на каких уровнях зафиксированы

остальные критерии. В таком случае имеет место зависимость векторов по предпочтению. Очевидно, что на подготовительном этапе моделирования выбираются критерии взаимно независимые по шкале предпочтений.

Например, если

$$\text{Ш}(\alpha, X_2, \dots, X_n) > \text{Ш}(\beta, X_2, \dots, X_n), \text{ то}$$

$$\text{Ш}(\alpha, Y_2, \dots, Y_n) > \text{Ш}(\beta, Y_2, \dots, Y_n)$$

для любых значений Y_2, \dots, Y_n .

Основная задача состоит в том, что бы найти векторы \bar{a}^* , которые являются Парето – оптимальными (эффективными), т. е. такие, что не существует вектор $\bar{a} \in A$ такой, что $\text{Ш}(\bar{a}) \geq \text{Ш}(\bar{a}^*)$. Допустимым решением являются

слабо Парето – оптимальные (слабо эффективные) векторы \bar{a} , для которых не существует вектор $\bar{a} \in A$ такой что, $\text{Ш}(\bar{a}) > \text{Ш}(\bar{a}^*)$. Очевидно, что всякий эффективный вектор является слабо эффективным.

На основе описанной выше шкалы предпочтений каждому показателю X_i определяется весовой коэффициент c_i , такой что $c_i > 0$ для $i = 1, n$. В результате каждый вектор может быть оценен следующей функцией:

$$F(\bar{a}) = \left(\sum_{i=1}^n c_i X_i^s \right)^{\frac{1}{s}}, \quad (5)$$

при $c_i > 0, s \geq 1$.

Наиболее применяемым является случай $s = 1$, когда функция (5) превращается в линейную свертку:

$$F(\bar{a}) = \sum_{i=1}^n c_i X_i. \quad (6)$$

Управление промышленностью региона как многокритериальная задача оптимизации

Общий вид задачи:

$$K(U_{in}, U_{out}, Z_{in}, Z_{out}) \rightarrow \max, \quad (7)$$

где

U_{in} – вектор управляющих воздействий органов государственной власти субъекта РФ;

U_{out} – вектор управляющих воздействий руководства РФ;

Z_{in} – вектор влияния внутренних факторов (социально-экономические факторы в субъекте РФ);

Z_{out} – вектор влияния внешних факторов (социально-экономические факторы в России и в мире в целом);

K – вектор критериев оценки.

Большинство компонентов векторов $U_{in}, U_{out}, Z_{in}, Z_{out}$ взаимосвязаны между собой.

К управляющим воздействиям органов власти субъекта РФ U_{in} относятся:

1. Тарифы на электроэнергию, транспорт и др. Тарифы можно рассматривать как интервал $[T_{min}, T_{max}]$, границы которого являются результатом внешних факторов Z_{out} и работы органов управления РФ U_{out} .

2. Собираемость налогов в регионе $[N_{min}, N_{max}]$. Где N_{min} – минимально допустимое поступление налогов, N_{max} – количество средств, поступающих в бюджет при 100% собираемости налогов.

3. Ставки и виды налогов, определяемых местными органами управления.

4. Таможенные и иные пошлины.

5. Инвестиции из областного бюджета в производство и другие сферы деятельности предприятий $[I_{min}, I_{max}]$. Где I_{min} – минимально необходимое количество инвестиций для обеспечения производственной деятельности предприятий, I_{max} – рациональное количество инвестиций в региональную промышленность (объем инвестиций, который предприятия способны освоить).

6. Средний уровень заработной платы в промышленности $[Z_{min}, Z_{max}]$. Данный параметр в большой степени зависит от U_{in} и U_{out} .

7. Величина прожиточного минимума Pr .

Вообще говоря, набор управляющих воздействий U_{in} для математической модели определяется экспертами или лицами, принимающими решения (ЛПР) в зависимости от конкретного состояния промышленности региона (Z_{in}), социально-экономической ситуации в стране и мире в целом (Z_{out}). Кроме того, выбор управляющих воздействий в значительной мере зависит от периода времени, на который формулируется конкретная математическая модель оптимизации (месяц, квартал, год, 5–10 лет). Например, такие управляющие воздействия, как крупные, долгосрочные инвестиции в развитие промпредприятий, совершенно не имеют смысла в моделях оптимизации на месяц, квартал или даже полугодие. С другой стороны, мелкие краткосрочные инвестиции также не имеют смысла как управляющие воздействия в моделях с длительным периодом времени.

Критерии оптимизации K должны соответствовать, согласовываться с интересами населения региона. Однако выбор критериев, безуслов-

но, должен быть более конкретным и давать возможность осуществлять количественные оценки.

Критерии оценки K :

1. Объем промышленной продукции с учетом оценки объемов скрытой и неформальной экономики.

2. Балансовая прибыль.

3. Затраты на производство и реализацию продукции, работ и услуг.

4. Рентабельность основной деятельности (балансовая прибыль на выручку).

5. Доля прибыльных в общем количестве предприятий.

6. Кредиторская и дебиторская задолженность.

7. Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума.

8. Уровень регистрируемой безработицы (к трудоспособному населению).

9. Число забастовок, количество участников забастовок, материальный ущерб.

В данной работе использовался метод интерактивного компромиссного программирования.

Сравнивать альтернативные решения легче, если критерии измеряются в одной шкале. С этой целью критерии заменяются функциями степени близости, которые определяются по формуле:

$$d_i(X) = \frac{f_i(X) - f_{i\min}}{f_{i\max} - f_{i\min}}, \quad (8)$$

$f_{i\min}$, $f_{i\max}$ – минимальное и максимальное значения i -го критерия на множестве допустимых решений A . Очевидно, что $d_i(X)$ изменяется от 0 до 1. Если $f_i(X)$ – линейная функция, то $d_i(X)$ тоже линейная функция.

Теперь паретовские решения находят максимизируя свертку:

$$d^{n+1} = \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i(X) \quad (9)$$

Данная процедура реализуется следующим алгоритмом:

Шаг 0. Определить $f_{i\min}$ и $f_{i\max}$, $i = \overline{1, n}$ для чего решить задачи

а) $f_{i\min} = \min_{X \in A} f_i(X)$, $i = \overline{1, n}$

б) $f_{i\max} = \max_{X \in A} f_i(X)$, $i = \overline{1, n}$

Шаг 1. Взять решения $X_{i\max}$, $i = \overline{1, n}$ полученных на шаге 0 задачи б) в качестве первоначальных решений X^j , $j = \overline{1, n}$ и вычислить функции близости d_i^j j -го решения к максимальному значению i -го критерия по формуле (8),

Шаг 2. Решить задачу:

$$d^{n+1} = \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i(X) \rightarrow \max_{\lambda} \quad (10)$$

при условиях:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i^1(X) &\geq d^{n+1}; \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i^2(X) &\geq d^{n+1}; \\ &\dots \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i^n(X) &\geq d^{n+1}; \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i &= 1; \\ \lambda_i &\geq 0, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (11)$$

Шаг 3. Создаем новую целевую функцию, используя линейную свертку с коэффициентами найденными на шаге 2, и решаем задачу максимизации этой функции для получения компромиссного решения X^{n+1} :

$$d^{n+1}(X) = \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i(X) \rightarrow \max_{X \in A}. \quad (12)$$

Шаг 4. Вычислить значения степеней близости решения к максимально возможным значениям целевых функций d_i^{n+1} , $i = \overline{1, n}$.

Шаг 5. Предоставить руководителю (ЛПР) таблицу с $n + 1$ решениями и их функциями близости. Если среди них есть предпочтительное решение, то оно выбирается в качестве окончательного и переходим на шаг 6. Если такого решения не оказалось, то ЛПР выбирает наименее предпочтительное решение. Это решение заменяется на новое и переход на шаг 2.

Шаг 6. Прекращение работы алгоритма.

Таким образом, представленная модель управления развитием промышленности региона является многокритериальной задачей оптимизации на конкретный период времени, сводимой к задаче линейного программирования.

Задачи, с целью которых эти модели формализованы, состоят в том, чтобы органы государственной власти субъекта РФ получили эффективные инструменты, позволяющие повысить управляемость процессами развития промышленности в регионе и обеспечить необходимый экономический рост. Более того, изложенный подход к задаче управления промышленностью субъекта РФ позволит рассматривать различные варианты стратегий ее развития в регионе и за счет этого не только определить наиболее приемлемые из них, но и улучшить существующие алгоритмы оценки этих вариантов, а также выбора методов и инстру-

ментов воздействия на промышленные предприятия и всю их инфраструктуру.

Следует отметить, что вполне возможно, сформировать модель управления развитием промышленности региона как динамическую многокритериальную задачу оптимизации с дискретными периодами времени. Однако в связи с тем, что на сегодняшний день отсутствует достаточный опыт практического применения данной задачи, а также по причинам быстрой социально-эконо-

мической динамики, разработка подобных моделей не даст возможности получить соответствующие реальной ситуации результаты.

Описанный подход к созданию оптимизационной модели управления промышленностью региона представляется также вполне эффективным в целях улучшения управления отдельными крупными промышленными предприятиями, а также общего анализа деятельности крупных и средних промпредприятий.

Список использованной литературы:

1. Логиновский О.В., Болодурина И.П. Автоматизированная информационная система управления промышленностью субъекта РФ // III Международная конференция «Кибернетика и технологии XXI века». – Воронеж, 2002, с. 123-134
2. Болодурина И.П. Алгоритм комплексной оценки экономического положения предприятий на основе рейтингового анализа информационных характеристик // Математические методы и инструментальные средства в информационных системах. Сб. науч. трудов. – Оренбург, ОГУ, 2002. – С.166-174.
3. Болодурина И.П. Значение статистических данных в процессах управления промышленностью субъектов РФ и проблемы сложившихся методов сбора, анализа и достоверности статистической информации // Вестник ОГУ – Оренбург, 2002, № 4 – С. 57-66.
4. Логиновский О.В., Болодурина И.П. Государственное управление промышленностью в регионах РФ. – М.: Машиностроение, 2003. – 371 с.