



ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ХАНТЫ-МАНСЙСКОГО
АВТОНОМНОГО ОКРУГА - ЮГРЫ

Т.А. Владимирова
В.Г. Соколов
А.Э. Юницкий

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

МОНОГРАФИЯ

ГЛАВА 6. Развитие и функционирование производственно-транспортных систем на основе интеграционного взаимодействия их субъектов

6.1. Оптимизация развития транспортной сети с учетом интеграционного взаимодействия в производственно-транспортной системе (на примере Кузбасса)

Актуальность развития железнодорожной сети Кузбасса обусловлена необходимостью модернизации Среднесибирского хода (прежде всего ветки Абакан – Тайшет) в расчете на прогнозируемый рост объемов добычи угля для экспорта. Согласно стратегии развития транспортной сети России центральный ход Транссиба (Красноярск – Новосибирск – Омск) ориентирован на организацию скоростного пассажирского и контейнерного движения. Эффективная загрузка Среднесибирского хода под угольные перевозки с разделением их на Западное и Восточное направления возможна только при условии его реконструкции.

Кузбасс – опорная база промышленного развития не только Сибири, но и всей страны. Основными отраслями промышленности здесь являются угольная, чёрная металлургия, электроэнергетика. На долю угольной промышленности Кузбасса приходится, по данным 2005 г., 55% добычи каменных углей в России, причем с 1970 по 2005 г. добыча возросла на 45% [106, стр. 392]. С 1990 по 1995 г. наблюдался некоторый спад добычи (со 150 млн. т до 99,3 млн. т), но с 1995 по 2005 г. рост добычи составил 65% [104, стр. 561].

Прирост добычи будет обеспечиваться за счет освоения наиболее благоприятных в горно-геологическом и экономико-географическом отношениях крупнейших Уропско-Караканского, Соколовско-Ерунаковского месторождений. Ерунаковский угольный район – один из наиболее динамично развивающихся районов Кузбасса. Основной прирост добычи и перевозки угля будет обеспечиваться по станциям приямка шахт и разрезов, то есть по станциям: Ерунаково, Терентьевская, Мереть, Белово. Рост объёмов погрузки потребует соответствующего развития станций и перегонов магистрального и промышленного железнодорожного транспорта.

Пропускные способности магистрального железнодорожного транспорта, перерабатывающие способности станций Ерунаково, Терентьевская, Мереть, Белово обеспечивали вывоз угля с предприятий Соколовско-Ерунаковского и Уропско-Караканского месторождений до 2003 г.

Дальнейший рост объемов вывоза угля сдерживается из-за недостаточного развития инфраструктуры магистрального и внутреннего железнодорожного транспорта, подъездных путей угледобывающих предприятий, ограниченной провозной способности Главного и Среднесибирского ходов Западно-Сибирской железной дороги, отсутствия вторых путей на некоторых перегонах и недостаточной перерабатывающей способностью станций Терентьевская и Ерунаково. Нужно сказать, что в области наблюдается снижение эксплуатационной длины железнодорожных путей общего пользования, с 1990 по 2005 г. она снизилась на 6%, т.е. развития сети по сути дела нет [104, стр. 563].

Для повышения провозной способности магистрального железнодорожного транспорта, обеспечения вывоза нарастающих объемов добываемого угля Западно-Сибирской железной дорогой была разработана программа развития и совершенствования технологии работы магистрального промышленного транспорта в Кузбассе на период 2002–2005 годы, которая была достаточно успешно реализована. Развитие железнодорожной транспортной сети Кузбасса продолжается и в настоящее время в направлении строительства вторых путей на перегонах; автоматизации сортировочных горок; модернизации пунктов технического обслуживания вагонов; удлинения путей на станциях; повышения перерабатывающих способностей подъездных путей угледобывающих предприятий; завершения строительства станций с электрификацией всех станционных путей, развития инфраструктуры вагонного и грузового хозяйств; выполнения комплекса работ по развитию локомотивного хозяйства, электрификации перегонов и др.

Реализация этих мероприятий требует значительных инвестиций. Однако мероприятия разработаны без учета возможности взаимного стимулирования в наращивании объемов работы угольщиков и транспортников, т.е. получения системного эффекта взаимодействия участников развития производственно-транспортной системы.

Здесь представлен пример модели оптимизации развития транспортной системы на примере Кузбасса с учетом интеграционного производственно-транспортного взаимодействия хозяйствующих субъектов (шахты, угольные разрезы, подъездные пути, магистральный транспорт) в регионе. Эта модель рассматривается как часть методики экономического обоснования эффективности создания или развития железнодорожной транспортной системы с учетом эффекта использования этой сети потребителями.

Предложенная модель может повысить эффективность создания или развития железнодорожной транспортной системы с позиций учета возможности взаимного стимулирования в наращивании объемов работы угольщиков и транспортников, т.е. получения отмеченного выше системного эффекта взаимодействия участников.

В модели заданы действующие и намеченные к новому строительству предприятия (производители продукции) региона. Для действующих предприятий заданы начальные объемы производства продукции. Кроме того, задана конфигурация действующей транспортной сети и ее возможное развитие, исходные провозные способности и грузопотоки по участкам. Модель оперирует такими факторами, как плановый горизонт, множество вершин транспортной сети (пунктов зарождения потоков грузов, транзитных пунктов, пунктов гашения грузопотоков) и др.

Искомые параметры модели: объем производства в каждом пункте в каждый из периодов; грузопотоки по участкам на начало периода; приросты грузопотоков (провозных способностей) по всем участкам в каждый из периодов. Модель позволяет рассчитать грузопотоки по всем участкам на конец каждого периода, входящие и исходящие потоки по всем узлам, разделение потоков в узлах по направлениям и др.

Ограничениями модели являются мощности производства и потребления в соответствующих пунктах; провозные способности каждого участка сети на начало любого периода и т.д. Кроме того, модель учитывает темпы роста мощностей производства и потребления в каждый период времени; удельные затраты на увеличение провозной способности, зависящие от величины ее прироста и от капитальных затрат предыдущих периодов.

Критерий оптимизации системы (прибыль) является синтезом критериев «перевозчика» (транспортная сеть) и «производителя».

Расчеты по модели проводятся по данным о динамике поставок угля для основных «потребляющих» узлов сети «Запад» и «Восток», которые определяются как сумма объемов конкретных экспортных договоров соответствующего географического направления поставок («Запад» и «Восток» – это условные пункты концентрации грузопотоков центрального хода Транссиба в пределах Западно-Сибирской и Красноярской железных дорог).

Обозначим через T – плановый горизонт, состоящий из плановых периодов – этапов, например, лет. В нижеприводимом примере $T = \{1; 2\}$. Пусть I_1 – множество вершин i транспортной сети, являющихся пунктами зарождения потоков грузов. В примере $I_1 = \{3; 4; 5; 7; 8\}$.

Аналогично I_2 – это множество вершин i – всех транзитных пунктов. В примере $I_2 = \{2; 6; 9; 10\}$.

Все множество вершин i – пунктов гашения грузопотоков сети обозначим через I_3 . Таковыми могут быть пункты потребления и/или дальнейшей транспортировки (например, на экспорт). В примере их два (№ 1 – «ЗАПАД» и № 2 – «ВОСТОК»), т.е.: $I_3 = \{1; 2\}$.

Обозначим через $I = \{I_1 \cup I_2 \cup I_3\}$ множество всех пунктов зарождения, транзита и гашения, являющихся «вершинами» транспортной сети.

Далее:

$J = \{(i, j)\}$ – множество всех ж/д участков (дуг) транспортной системы;

$J_{1,i}$ – $\{(i, j)\}$ – всех участков транспортной сети, входящих в узел i ;

$J_{2,i}$ – $\{(i, j)\}$ – всех участков транспортной сети, исходящих из узла i .

Искомые параметры (переменные) модели:

q_i^t – объем производства в пункте i из I_1 в период времени t ;

a_{ij}^t – грузопоток по участку (i, j) из J на начало периода t ;

x_{ij}^t – прирост грузопотока (добавленная пропускная способность) по участку (i, j) из J за период t .

Вспомогательные (расчетные) параметры:

$p_{ij}^t = a_{ij}^t + x_{ij}^t$ – поток по участку (i, j) из J на конец периода t ;

$p_i^{\text{вход}} = \sum_{(j) \in J_{1,i}} (a_{ji}^t + x_{ji}^t)$ – входящий поток в любой узел i на конец периода t ;

$p_i^{\text{исход}} = \sum_{(j) \in J_{2,i}} (a_{ij}^t + x_{ij}^t)$ – исходящий поток из i на конец периода t ;

$p_i^t = p_i^{\text{вход}} - p_i^{\text{исход}}$ – объем гашения потока в узле i из I_3 в периоде t ;

$p_i^{\text{вход}} = p_i^{\text{запад}} + p_i^{\text{восток}}$ – условное разделение потоков по узлам i в периоде t ,

например: $p_6^{\text{вход}} = p_6^{\text{запад}} + p_6^{\text{восток}} = (a_{62}^t + x_{62}^t) + (a_{69}^t + x_{69}^t)$.

Правые части ограничений:

Q_i^t – ограничение на мощности производства в i из I_1 в период t ;

P_i^t – ограничение на мощности потребления в i из I_3 , в период t ;

$a_{ij}^{t \max}$ – ограничения провозной способности любого участка сети (i,j) из J на начало периода t , ($a_{ij}^{t \max} = a_{ji}^{t \max}$).

Вспомогательные соотношения:

$t_{q_i}^{t+1} = \frac{Q_i^{t+1}}{Q_i^t}$ – темп роста мощностей производства в i из I_1 в период $t+1$;

$t_{p_i}^{t+1} = \frac{P_i^{t+1}}{P_i^t}$ – темп роста мощностей потребления в i из I_3 , в период $t+1$.

Общая тенденция в настоящее время: $t_{q_i}^{t+1} > 1$, $t_{p_i}^{t+1} > 1$.

Коэффициенты целевой функции – критерия оптимизации:

1) коэффициенты критерия «перевозчика»:

tr_{ij}^t – тариф на перевозку по любому участку сети (i,j) из J в периоде t ;

z_{ij}^t – удельные затраты по увеличению провозной способности любого участка сети (i,j) из J в периоде t ;

w_{ij}^t – удельные затраты на транспортировку по любому участку (i,j) из J в периоде t ;

$c_{ij}^{t \text{ const}}$ – условно-постоянные затраты по увеличению провозной способности любого участка (i,j) из J в периоде t .

2) коэффициенты критерия «производителя»:

d_j^t – цена реализации товара в пункте j из I_3 в периоде t ;

s_i^t – удельная себестоимость производства в узле i из I_1 в периоде t .

Ограничения задачи:

$q_i^t \leq Q_i^t$ – ограничение на объем производства в i из I_1 за период t ;

$p_i^t \geq P_i^t$ – ограничение на объем потребления в узле i из I_3 за период t ;

$q_i^t + \sum_{(j) \in I_3, (ij) \in J} (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{(ij) \in J, (ij) \in J_2} (a_{ij}^t + x_{ij}^t) = p_i^t$
(или $q_i^t + p_i^{t \text{ вход}} = p_i^{t \text{ выход}} = p_i^t$) – баланс производства и потребления для узла i из I транспортной сети за период t^p ;

$\sum_{i_1} q_{i_1}^t \geq \sum_{i_3} p_{i_3}^t$ – баланс суммарных объемов производства и потребления по всем узлам i из I , за период t ;

$a_{ij}^t \leq a_{ij}^{t \max}$ – ограничения провозной способности каждого участка (i,j) из J на конец периода t , ($a_{ij}^{t \max} = a_{ji}^{t \max}$).

Связь этапов 1 и 2:

$a_{ij}^{2 \max} = a_{ij}^{1 \max} + x_{ij}^1$ – т.е.: максимальная провозная способность участка (i,j) из J на этапе 2 есть сумма провозной способности его на этапе 1 и добавленной провозной способности на 2-м этапе. При этом если $a_{ij}^1 < a_{ij}^{1 \max}$, то $x_{ij}^1 = 0$, если $a_{ij}^1 = a_{ij}^{1 \max}$, то $x_{ij}^1 > 0$, т.е. провозная способность a_{ij}^1 участка (i,j) из J используется до предела.

Критерии:

Общий критерий производственно-транспортной компании

$$\sum_{t \in T} [\sum_{(j) \in I_3} d_j^t * p_j^t - \sum_{i \in I_1} s_i^t * q_i^t - \sum_{(ij) \in J} w_{ij}^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{(ij) \in J} c_{ij}^{t \text{ const}} + z_{ij}^t * x_{ij}^t] \longrightarrow MAX$$

делится на две составляющие:

1) Критерий «перевозчика»: максимум прибыли от работы транспорта:

$$\sum_{t \in T} [\sum_{(ij) \in J} tr_{ij}^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{(ij) \in J} w_{ij}^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{(ij) \in J} c_{ij}^{t \text{ const}} + z_{ij}^t * x_{ij}^t] \longrightarrow MAX;$$

2) Критерий «производителя»: максимум прибыли от реализации

$$\sum_{t \in T} [\sum_{(j) \in I_3, (ij) \in J} d_j^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{(ij) \in J} tr_{ij}^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{i \in I_1, (ij) \in J} s_i^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t)] \longrightarrow MAX$$

$$\text{или } \sum_{t \in T} \sum_{(j) \in I_3, (ij) \in J} (d_j^t - tr_{ij}^t - s_i^t) * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) \longrightarrow MAX,$$

$$\text{или } \sum_{t \in T} [\sum_{(j) \in I_3} d_j^t * p_j^t - \sum_{(ij) \in J} tr_{ij}^t * (a_{ij}^t + x_{ij}^t) - \sum_{i \in I_1} s_i^t * q_i^t] \longrightarrow MAX.$$

Дополнительные и вспомогательные соотношения.

Для обеспечения минимальной нагрузки на центральный ход Транссиба устанавливаются высокие затраты z_{ij}^t для лежащих на нем путей $(i,j) = (10;11), (11;10), (10;1), (1;10)$ и $a_{ij}^{t \max}$ для этих (i,j) принимается близкой к 0;

$c_{ij}^t = c_{ij}^{t \text{ const}} + c_{ij}^{t \text{ var}}(x_{ij}^t) = c_{ij}^{t \text{ const}} + z_{ij}^t * x_{ij}^t$ – общие затраты на увеличение провозной способности участка (i,j) из J , за период t , где $c_{ij}^{t \text{ const}}$ – условно постоянные и $c_{ij}^{t \text{ var}} = z_{ij}^t * x_{ij}^t$ переменные затраты.

Удельные затраты по увеличению провозной способности на 1-м этапе зависят, вообще говоря, от прироста провозной способности, т.е. $z_{ij}^1 = z_{ij}^1(x_{ij}^1)$. На 2-м этапе они зависят от капитальных затрат предыдущего периода x_{ij}^1 и уровня прироста провозной способности x_{ij}^2 второго периода, т.е. $z_{ij}^2 = z_{ij}^2(x_{ij}^2; x_{ij}^1; z_{ij}^1)$, а т.к. $a_{ij}^{2 \max} = a_{ij}^{1 \max} + x_{ij}^1$ и рост x_{ij}^2 начинается с уровня $a_{ij}^{1 \max}$, то удельные затраты на каждый последующий прирост мощности до определенного уровня прироста про-

⁹ Формально можно свести задачу к постановке, в которой узлы производства (добычи) и потребления исключают друг друга, а в узле транзита возможно то и другое.

возной способности x_{ij}^t снижаются, а затем растут. Это характерно для любого участка транспортной сети.

В модели принята ступенчатая зависимость удельных затрат на прирост провозной способности, что позволяет записать ее в виде линейных ограничений рассматриваемой задачи оптимизации (рис. 6.1).

Для численной реализации можно принять, что $z_{ij}^1 = const$ (например, среднее значение) и $z_{ij}^1 \geq z_{ij}^2$ до определенного уровня роста x_{ij}^1 . Можно принять для конструктивности расчетов, что $z_{ij}^2 = z_{ij}^1$, если $x_{ij}^1 = 0$, и $z_{ij}^2 = z_{ij}^1 * \alpha_{ij}^2$ если $x_{ij}^1 > 0$, где коэффициент $\alpha_{ij}^2 < 1$. Тогда общие затраты по увеличению провозной способности на каждом этапе составят $c_{ij}^t = c_{ij}^{t, const} + c_{ij}^{t, var}(x_{ij}^t) = c_{ij}^{t, const} + z_{ij}^t * x_{ij}^t$.

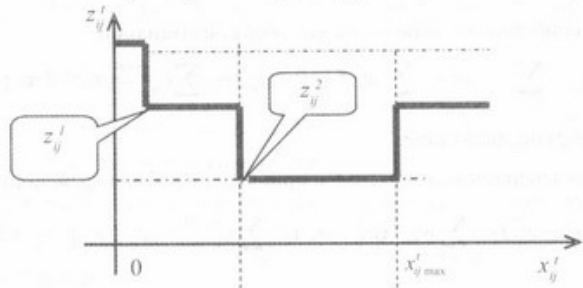


Рис. 6.1. Зависимость удельных затрат на прирост провозной способности

С учетом нелинейной зависимости $z_{ij}^t = z_{ij}^t(x_{ij}^t, x_{ij}^{t-1})$ общие затраты за 2 периода составят по участку (i,j)

$$c_{ij} = c_{ij}^1 + c_{ij}^2 = c_{ij}^{1, const} + z_{ij}^1(x_{ij}^1) * x_{ij}^1 + c_{ij}^{2, const} + z_{ij}^2(x_{ij}^2, x_{ij}^1) * x_{ij}^2$$

Учитывая, что $z_{ij}^1, \alpha_{ij}^2 = const$ получим:

$$c_{ij} = c_{ij}^1 + c_{ij}^2 = c_{ij}^{1, const} + z_{ij}^1 * x_{ij}^1 + c_{ij}^{2, const} + z_{ij}^2 * x_{ij}^2 = c_{ij}^{1, const} + z_{ij}^1 * x_{ij}^1 + c_{ij}^{2, const} + \alpha_{ij}^2 * z_{ij}^1 * x_{ij}^2$$

$$\text{или } c_{ij} = c_{ij}^{1, const} + c_{ij}^{2, const} + z_{ij}^1 * (x_{ij}^1 + \alpha_{ij}^2 * x_{ij}^2).$$

В примере принято, что $\alpha_{ij}^2 = 0,9$.

Удельные эксплуатационные затраты транспорта текущего периода зависят от капитальных затрат текущего и предыдущего периода:

$$w_{ij}^t = w_{ij}^t(z_{ij}^t) = w_{ij}^t(z_{ij}^t(x_{ij}^t; x_{ij}^{t-1}; z_{ij}^{t-1})).$$

Предположим, для расчетов по модели, что:

1) затраты на транспорт $w_{ij}^2 = w_{ij}^2(z_{ij}^2)$ зависят только от капитальных затрат предыдущего периода: чем больше x_{ij}^1 – тем меньше w_{ij}^2 :

$$w_{ij}^2 = \begin{cases} \frac{w_{ij}^1}{x_{ij}^1} & \text{если } x_{ij}^1 > 0; \\ w_{ij}^1 & \text{если } 0 = x_{ij}^1, \end{cases} \text{ т.е. капитальные затраты снижают эксплуатационные.}$$

2) $w_{ij}^1 \geq w_{ij}^2$, точнее

$$w_{ij}^2 = w_{ij}^1 \text{ если } x_{ij}^1 = 0; \quad w_{ij}^1 * \beta_{ij}^2 \text{ если } x_{ij}^1 > 0, \quad \beta_{ij}^2 \leq 1, \quad w_{ij}^1 = const.$$

В примере принято, что $\beta_{ij}^2 = 0,9$.

Ниже приводятся расчеты по данной модели (табл. 6.1 – 6.11) с критерием максимума прибыли всей производственно-транспортной системы. В табл. 6.1 задана динамика договорных поставок угля для двух основных узлов сети: «Запад» и «Восток». Эта динамика определяется как сумма конкретных договоров. «Запад» и «Восток» – это условные пункты концентрации грузопотоков центрального хода Транссиба в пределах Западно-Сибирской и Красноярской железных дорог.

Таблица 6.1

Динамика договорных поставок угля, млн. т

Пункты концентрации (потребления)	1-й этап	2-й этап	Годовой темп прироста, %
1 – «Запад»	50	60	20,00
11 – «Восток»	85	95	11,76

В табл. 6.2 задана динамика ограничений на минимальные объемы потребления угля по конечным узлам, а в табл. 6.3 даются максимально возможные объемы добычи угля. P_i^t – ограничения на объем потребления, млн. т/год, Q_i^t – ограничение на объем добычи, млн. т/год.

Таблица 6.2

Динамика ограничения на минимальные объемы потребления угля по узлам

Пункты концентрации (потребления)	1-й этап	2-й этап
1 – «Запад»	40,00	45,00
11 – «Восток»	80,00	95,00

Таблица 6.3

Динамика ограничения на объемы добычи угля по узлам добычи, млн. т

Пункты добычи и транспортных операций	1-й этап	2-й этап
3	11	12
4	15	19
5	24	28
6	5	8
7	24	26
8	36	40
9	20	22

В табл. 6.4 представлена динамика прироста провозной способности участков транспортной сети и грузопотоков по ним, рассчитанные по модели оптимизации этой сети с учетом вышперечисленных ограничений.

Динамика добычи угля представлена в табл. 6.5.

В табл. 6.6 представлена динамика провозной способности участков транспортной сети, рассчитанная на основе данных табл. 6.4.

Критерием оптимизации в данном варианте расчетов является прибыль. При этом прибыль системы в целом является суммой прибыли перевозчика (транспортной системы) и всех производителей продукции (угля). Ниже представлены коэффициенты критерия «перевозчика», которые разбиты на две группы. Первая группа касается

затрат на увеличение провозной способности. Она, в свою очередь, разбивается на постоянные (независящие от объемов перевозок) и переменные затраты с учетом динамики объемов перевозок. Это деление отражено в табл. 6.7, 6.8 в формульном виде и в виде расчетов.

Таблица 6.4

Динамика потоков по участкам сети и прирост провозной способности, млн. т

Участок сети	1-й этап развития сети			2-й этап развития сети		
	провозная способность на начало этапа	прирост провозной способности	провозная способность на конец этапа	провозная способность на начало этапа	прирост провозной способности	провозная способность на конец этапа
1,10	0	0	0	0	0	0
1,2	0	0	0	0	0	0
2,1	50	0	50	50	10	60
2,3	0	0	0	0	0	0
2,6	0	0	0	0	0	0
3,2	37	13	50	50	9	59
3,4	0	0	0	0	0	0
3,5	0	0	0	0	0	0
4,3	15	0	15	18	1	19
5,3	20	4	24	24	4	28
6,2	0	0	0	1	0	1
6,7	0	0	0	0	0	0
6,8	0	0	0	0	0	0
6,9	35	30	65	65	8	73
7,6	24	0	24	26	0	26
8,6	30	6	36	36	4	40
9,6	0	0	0	0	0	0
9,10	0	0	0	0	0	0
9,11	40	45	85	85	10	95
10,1	0	0	0	0	0	0
10,9	0	0	0	0	0	0
10,11	0	0	0	0	0	0
11,9	0	0	0	0	0	0
11,10	0	0	0	0	0	0

Таблица 6.5

Динамика добычи угля, млн. т

Пункты добычи и транспортных операций	1-й этап	2-й этап	Годовой темп прироста, %
3	11	12	9,09
4	15	19	26,67
5	24	28	16,67
6	5	8	60,00

Пункты добычи и транспортных операций	1-й этап	2-й этап	Годовой темп прироста, %
7	24	26	8,33
8	36	40	11,11
9	20	22	10,00

Таблица 6.6

Динамика прироста провозной способности участков сети, млн. т

Участок сети	1-й этап	2-й этап
1,10	120,00	120,00
1,2	50,00	50,00
2,1	50,00	50,00
2,3	37,00	37,00
2,6	45,00	45,00
3,2	37,00	50,00
3,4	18,00	18,00
3,5	20,00	20,00
4,3	18,00	18,00
5,3	20,00	24,00
6,2	45,00	45,00
6,7	28,00	28,00
6,8	30,00	30,00
6,9	35,00	65,00
7,6	28,00	28,00
8,6	30,00	36,00
9,6	35,00	35,00
9,10	55,00	55,00
9,11	40,00	85,00
10,1	120,00	120,00
10,9	55,00	55,00
10,11	120,00	120,00
11,9	40,00	40,00
11,10	120,00	120,00

В результате расчетов по модели рассчитываются финансовые результаты «перевозчика» и предприятий (табл. 6.9–6.11).

В табл. 6.10 и 6.11 показаны финансовые результаты предприятий по первому и по второму этапам. Прибыль считается как разница между доходом, себестоимостью добычи и транспортными расходами.

Состав затрат на развитие транспортной сети по участкам и перевозку угля по узлам, 1 этап

Узлов	ЗАТРАТЫ						общие капитальные	общие переменные капитальные	общие капитальные	общие
	Провозная способность		ЗАТРАТЫ		удельные капитальные	переносимые капитальные				
	действующая	добавляемая	удельные эксплуатационные	общие эксплуатационные						
a_{ij}^1	x_{ij}^1	w_{ij}^1	$w_{ij}^1 * (a_{ij}^1 + x_{ij}^1)$	c_{ij}^{1const}	Z_{ij}^1	$c_{ij}^{1var} = z_{ij}^1 * x_{ij}^1$	c_{ij}^1	$c_{ij}^1 + w_{ij}^1 * (a_{ij}^1 + x_{ij}^1)$		
1,10	0,00	0,00	500,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	
1,2	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	
2,1	50,00	0,00	8,00	400,00	0,00	37,00	0,00	0,00	400,00	
2,3	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00	
2,6	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	45,00	0,00	0,00	0,00	
3,2	37,00	13,00	4,00	200,00	100,00	30,00	390,00	490,00	690,00	
3,4	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	0,00	
3,5	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	
4,3	15,00	0,00	2,00	30,00	0,00	22,00	0,00	0,00	30,00	
5,3	20,00	4,00	3,00	72,00	80,00	25,00	100,00	180,00	252,00	
6,2	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	45,00	0,00	0,00	0,00	
6,7	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	
6,8	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	
6,9	35,00	30,00	13,00	845,00	100,00	35,00	1050,00	1150,00	1995,00	
7,6	24,00	0,00	2,00	48,00	0,00	25,00	0,00	0,00	48,00	
8,6	30,00	6,00	3,00	108,00	80,00	28,00	168,00	248,00	356,00	
9,6	0,00	0,00	13,00	0,00	0,00	55,00	0,00	0,00	0,00	
9,10	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	
9,11	40,00	45,00	11,00	935,00	100,00	30,00	1350,00	1450,00	2385,00	
10,1	0,00	0,00	500,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	
10,9	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	
10,11	0,00	0,00	500,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	
11,9	0,00	0,00	11,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	
11,10	0,00	0,00	500,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	
				2638,00	460,00		3058,00	3518,00	6156,00	

Состав затрат на развитие транспортной сети по участкам и перевозку угля по узлам, 2 этап

Узлов	ЗАТРАТЫ						общие капитальные	общие переменные капитальные	общие капитальные	общие
	Провозная способность		ЗАТРАТЫ		удельные капитальные	постоянные капитальные				
	действующая	добавляемая	удельные эксплуатационные	общие эксплуатационные						
a_{ij}^2	x_{ij}^2	w_{ij}^2	$w_{ij}^2 * (a_{ij}^2 + x_{ij}^2)$	c_{ij}^{2const}	Z_{ij}^2	$c_{ij}^{2var} = z_{ij}^2 * x_{ij}^2$	c_{ij}^2	$c_{ij}^2 + w_{ij}^2 * (a_{ij}^2 + x_{ij}^2)$		
1,10	0,00	0,00	450,00	0,00	0,00	900,00	0,00	0,00	0,00	
1,2	0,00	0,00	7,20	0,00	0,00	33,30	0,00	0,00	0,00	
2,1	50,00	10,00	7,20	432,00	100,00	33,30	333,00	433,00	865,00	
2,3	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	27,00	0,00	0,00	0,00	
2,6	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	40,50	0,00	0,00	0,00	
3,2	50,00	9,00	3,60	212,40	100,00	27,00	243,00	343,00	555,40	
3,4	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	0,00	
3,5	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	0,00	
4,3	18,00	1,00	1,80	34,20	80,00	19,80	19,80	99,80	134,00	
5,3	24,00	4,00	2,70	75,60	80,00	22,50	90,00	170,00	245,60	
6,2	1,00	0,00	9,00	9,00	0,00	40,50	0,00	0,00	9,00	
6,7	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	0,00	
6,8	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	25,20	0,00	0,00	0,00	
6,9	65,00	8,00	11,70	854,10	100,00	31,50	252,00	352,00	1206,10	
7,6	26,00	0,00	1,80	46,80	0,00	22,50	0,00	0,00	46,80	
8,6	36,00	4,00	2,70	108,00	80,00	25,20	100,80	180,80	288,80	
9,6	0,00	0,00	11,70	0,00	0,00	49,50	0,00	0,00	0,00	
9,10	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	
9,11	85,00	10,00	9,90	940,50	100,00	27,00	270,00	370,00	1310,50	
10,1	0,00	0,00	450,00	0,00	0,00	900,00	0,00	0,00	0,00	
10,9	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	
10,11	0,00	0,00	450,00	0,00	0,00	900,00	0,00	0,00	0,00	
11,9	0,00	0,00	9,90	0,00	0,00	45,00	0,00	0,00	0,00	
11,10	0,00	0,00	450,00	0,00	0,00	900,00	0,00	0,00	0,00	
				2712,60	640,00		1308,60	1948,60	4661,20	

Таблица 6.9

Финансовые показатели перевозчика, 1, 2 этап

Участок	Себестоимость (общие затраты)	Транспортный тариф	Доход	Прибыль	Себестоимость (общие затраты)	Транспортный тариф	Доход	Прибыль
1,10	0,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	1000,0	0,0	0,0
1,2	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
2,1	400,0	25,0	1250,0	850,0	865,0	25,0	1500,0	635,0
2,3	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
2,6	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
3,2	690,0	25,0	1250,0	560,0	555,4	25,0	1475,0	919,6
3,4	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
3,5	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
4,3	30,0	25,0	375,0	345,0	134,0	25,0	475,0	341,0
5,3	252,0	25,0	600,0	348,0	245,6	25,0	700,0	454,4
6,2	0,0	25,0	0,0	0,0	9,0	25,0	25,0	16,0
6,7	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
6,8	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
6,9	1995,0	25,0	1625,0	-370,0	1206,1	25,0	1825,0	618,9
7,6	48,0	25,0	600,0	552,0	46,8	25,0	650,0	603,2
8,6	356,0	25,0	900,0	544,0	288,8	25,0	1000,0	711,2
9,6	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
9,10	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
9,11	2385,0	25,0	2125,0	-260,0	1310,5	25,0	2375,0	1064,5
10,1	0,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	1000,0	0,0	0,0
10,9	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
10,11	0,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	1000,0	0,0	0,0
11,9	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
11,10	0,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	1000,0	0,0	0,0
	6156,0		8725,0	2569,0	4661,2		10025,0	5363,8

Таблица 6.10

Финансовые показатели предприятий, 1 этап

Участок	Пункт	Продажа	Цена	Доход	Пункт	Добыча	Удельные затраты	Себестоимость	Транспортные расходы	Прибыль
1,10	1	50,0	360,0	18000	3	11,0	310,0	3410	0,0	
1,2	2	85,0	380,0	32300	4	15,0	280,0	4200	0,0	
2,1					5	24,0	300,0	7200	1250,0	
2,3					6	5,0	330,0	1650	0,0	
2,6					7	24,0	270,0	6480	0,0	
3,2					8	36,0	305,0	10980	1250,0	
3,4					9	20,0	340,0	6800	0,0	
3,5									0,0	
4,3									375,0	
5,3									600,0	
6,2									0,0	
6,7									0,0	
6,8									0,0	
6,9									1625,0	
7,6									600,0	
8,6									900,0	
9,6									0,0	
9,10									0,0	
9,11									2125,0	
10,1									0,0	
10,9									0,0	
10,11									0,0	
11,9									0,0	
11,10									0,0	
		135,0		50300		135,0		40720	8725,0	855,0

Данная модель и конкретный расчетный пример оптимизации развития транспортной сети с учетом взаимодействия субъектов в производственно-транспортной системе может рассматриваться как основа методики формирования транспортной сети в регионе с учетом производственных возможностей предприятий – клиентов данной сети. Модель позволяет рассчитать нарастание провозной способности участков по конкретному направлению с учетом фактора динамики.

Модельные расчеты показывают, что оптимальная сеть не может строиться в отрыве от интересов ее клиентов – производителей продукции.

Таблица 6.11

Финансовые показатели предприятий, 2 этап

Участок	Пункт	Продажа	Цена	Доход	Пункт	Добыча	Удельные затраты	Себестоимость	Транспортные расходы	Прибыль
		p'_i	d'_j	$d'_j * p'_j$		q'_i	s'_i	$s'_i * q'_i$		
1,10	1	60,0	390,0	23400,0	3	12,0	310,0	3720,0	0,0	
1,2	21	95,0	400,0	38000,0	4	19,0	280,0	5320,0	0,0	
2,1					5	28,0	300,0	8400,0	1500,0	
2,3					6	8,0	330,0	2640,0	0,0	
2,6					7	26,0	270,0	7020,0	0,0	
3,2					8	40,0	305,0	12200,0	1475,0	
3,4					9	22,0	340,0	7480,0	0,0	
3,5									0,0	
4,3									475,0	
5,3									700,0	
6,2									25,0	
6,7									0,0	
6,8									0,0	
6,9									1825,0	
7,6									650,0	
8,6									1000,0	
9,6									0,0	
9,10									0,0	
9,11									2375,0	
10,1									0,0	
10,9									0,0	
10,11									0,0	
11,9									0,0	
11,10									0,0	
		155,0		61400,0		155,0		46780,0	10025,0	4595,0

Модель допускает различные обобщения, например, можно вести расчеты для нескольких видов продукции. Так, для Кузбасса основными грузопотоками являются помимо угля также продукция черной металлургии, химии, строительных материалов и других. Возможно рассмотрение комбинированных перевозок или развития смешанной транспортной сети.

Если говорить об организационно-правовой форме, то реконструкция сети может быть произведена на средства, например, консорциума, созданного специально для этих целей по аналогии с примером строительства нефтепровода «Транс Аляска» с привлечением дополнительных заемных средств.

6.2. Экономико-математическое моделирование формирования равновесных цен в производственно-транспортной системе

Хорошо известно из техники, физики, химии и других «естественных» наук, что система, состоящая из множества взаимодействующих элементов, может обладать свойствами, коренным образом отличающимися от свойств ее отдельных элементов. Достаточно вспомнить, например, свойства, состав и структуру поваренной соли. Говорят, что сложная система приобретает эмерджентные (резервные, божественные и т.д.) свойства относительно ее отдельных элементов, в ней проявляются синергические эффекты (усиления действия), превосходящие простые аддитивные эффекты, и т.д.

Подобными свойствами обладают также и сложные экономические системы, в чем заключается одна из причин формирования на практике всевозможных форм интеграции экономических субъектов, альянсов, ассоциаций, холдингов, ФПГ и т.д. В этом случае взаимодействие элементов сложной экономической системы юридически оформлено, и она выступает как единая организационно-правовая структура.

Однако такими же свойствами обладают сложные экономические системы и не оформившие отношения между своими элементами юридически. Организация взаимосвязи элементов этих систем обусловлена стратегическими или текущими целями объединяемых субъектов или внешней среды. В качестве такой цели может выступать, например, реализация какого-либо проекта.

Реальный пример системного подхода в процедурах реализации инновационного проекта, с которым мы имели дело в течение ряда лет, – компания «РОПАТ» (Новосибирск), которая проектировала и создавала образцы гидромолотов для гражданского строительства и работ на морских шельфах (см. гл. 2). Пример свидетельствует о необходимости создания эффективных финансовых механизмов взаимодействия субъектов хозяйствования в сложных экономических системах в процессах реализации конкретных инновационных проектов. Разработка методологических и методических основ формирования финансовых механизмов взаимодействия между субъектами системы и взаимодействия их с внешней средой является актуальной научной и практической проблемой. Потребность в исследованиях вопросов, связанных с этой проблемой, определяется экономической практикой таких взаимодействий в разнообразных финансовых отношениях.

Об актуальности поиска эффективных финансовых механизмов взаимодействия говорит и тот факт, что эта проблема постоянно обсуждается в среде специалистов самых разных отраслей национальной экономики, на всех уровнях власти, о ней говорят железнодорожники, энергетики, шахтеры, металлурги, главы региональных администраций (например, А.Г. Тулеев) и т.д.

Особенно бурные дебаты происходят в области разработки и реализации ценовой и тарифной политики, менеджеры периодически призывают друг друга снижать цены и тарифы. При взаимодействии субъектов хозяйствования этих взаимосвязанных отраслей возникают сложные производственные системы, которые можно называть многоэтапными, т.к. в них происходит продвижение от производства до потребления важных для всей экономики страны товаров, в частности энергоносителей. Исходя из этого, финансовые механизмы взаимодействия субъектов в многоэтапных производственных системах актуальны не только для этих систем и примыкающих к ним регионов, но и для экономики всей страны.

Финансовый механизм взаимодействия субъектов в многоэтапной системе производственного типа представим в виде принципиальной модели. В основе этой модели лежит системный подход к формированию гибких равновесных цен, структуры затрат, прибыли, налоговых поступлений в многоэтапной системе. В модели представлены принципы построения, схемы формирования и количественные оценки названных показателей на основе соответствующего модельно-методического аппарата (на примере продвижения массового груза).

Характер формирования основных финансовых показателей в сложной системе существенно отличается от характера этого формирования для отдельно взятых элементов. Довольно типичной является ситуация, при которой эффективная работа субъектов в многоэтапной системе без их активного взаимодействия невозможна. Так, например, железная дорога пользуется электроэнергией от энергосистемы для тяги поездов, затраты на которую отражаются в цене транспортных услуг. Цена транспортных услуг, в свою очередь, входит как составляющая в затраты энергосистемы, а значит, и цены электроэнергии. В результате энергетики стремятся повысить свои тарифы как ответную меру на повышение тарифов железнодорожников, а последние повышают свои тарифы в ответ на повышение стоимости электроэнергии и т.д. Очевидна обратная «отрицательная» связь, при которой, как говорят инженеры и технические специалисты, система идет «вразнос».

Безусловно, тарифы и цены – это основные финансовые рычаги экономического взаимодействия, но они, как правило, формируются не сами по себе, а с помощью других, не менее важных финансовых и нефинансовых рычагов. Кроме того, необходимо учесть и то, что инфляция по-разному влияет на финансовые показатели субъектов хозяйствования, так как есть существенные различия в структуре их затрат и сама инфляция неоднородна.

Влияние, например, объемов производства на эффективность единичной компании хорошо прослеживается в операционном анализе ее деятельности, однако операционный анализ сложной цепочки взаимодействующих субъектов может быть принципиально другим. Количество рычагов управления в системе растет как степенная функция от числа взаимодействующих в ней субъектов. Невозможно проанализировать все факторы, формирующие в конечном итоге механизм финансового взаимодействия в сложной системе, но определенные методологические подходы здесь могут быть сформулированы и получены практические результаты.

Для иллюстрации особенностей формирования механизма взаимодействия субъектов хозяйствования в сложной системе (рис. 1.3) рассмотрим модель взаимодействия элементов технологической цепочки «Шахта» или угольный разрез (УР) – «Железная дорога» или иной вид транспорта (ТС) – «Энергосистема» (ЭС) в процессе продвижения угля. ЭС может быть представлена конкретной ТЭЦ или электростанцией или их комплексом в процессе производства, транспортировки и потребления угля. Кроме

того, в цепочку включаются: посредники, работающие на погрузке угля и доставке его от УР до станции отправления, посредники-экспедиторы, налоговая система.

В общем случае речь идет о многоэтапной интегрированной системе типа «Производство сырья или полуфабриката – транспортировка – производство готового продукта». Если подобная система имеет организационно-правовое оформление, то говорят о вертикальной интеграции.

Так как ТС и ЭС производят только по одному виду продукции (транспортные услуги, электроэнергия), то объем продукции ЭС и ТС можно выразить в единицах продукции УР. При системном подходе к формированию финансового механизма взаимодействия элементов сложной производственной системы необходимо найти удовлетворяющие всех участников интеграции финансовые показатели: объемы производимой продукции, цены, уровни безубыточности, уровни рентабельности основной деятельности, объем налоговых поступлений.

Решению проблемы формирования транспортных тарифов посвящена обширная литература, однако актуальность этой проблемы возрастает в рыночной среде с усилением внутриотраслевой и межотраслевой конкуренции, с падением объемов производства и транспортировки продукции и др.

Основные массовые грузопотоки России – это потоки сырьевых ресурсов. Большие расстояния перемещения грузов влекут за собой существенные затраты на транспортировку, которые входят в конечную цену готовой продукции. Даже незначительное снижение тарифов на единицу перемещаемых грузов может, с одной стороны, снизить затраты потребителей ресурсов, а с другой стороны – привести к снижению не только доходов транспортных предприятий, но и налоговых поступлений в бюджеты всех уровней.

Известно, что повышение тарифов практически мгновенно блокирует промышленность регионов – поставщиков продукции, а снижение их способствует росту производства, но со значительным запаздыванием (лагом). Другими словами, последствия снижения тарифов носят более инерционный характер по сравнению с последствиями повышения.

Быстрое восстановление экономики связано с преодолением инерционных процессов формирования доступных для потребителя конечных цен (а не только транспортных тарифов) на перемещаемые на большие расстояния грузы.

В тяжелые для потребителей конечной продукции времена у некоторых региональных руководителей возникает идея возврата к «нулевым» транспортным тарифам. Однако установление «нулевых» тарифов и цен означает переход от экономических методов хозяйствования к распределительным, к перекрестному финансированию на уровне национальной экономики.

Установление «нулевых» тарифов на отдельные грузы или на все без исключения не означает, что грузы будут перевозиться бесплатно – просто произойдет смена плательщика и вместо конкретного отправителя (получателя) плательщиком станет либо государство (бюджет), либо другие производители, на продукцию которых необходимо будет поднять тариф, осуществив «перекрестное» финансирование в пределах грузовых перевозок.

Государство смогло бы взять на себя покрытие расходов железнодорожного транспорта только в том случае, когда платежи в бюджет от нетранспортных предприятий возросли бы на сумму, превышающую эксплуатационные расходы железных дорог и их платежи в бюджеты всех уровней.

Если предположить, что цены на реализацию продукции будут снижены на величину транспортного тарифа, то только для компенсации потери бюджета от НДС объ-

ем производства должен быть увеличен на величину, равную отношению примерно половины доли транспортного тарифа в цене к доле остальных составляющих цены. А для того, чтобы за счет увеличения налоговых поступлений от промышленных предприятий покрыть расходы железнодорожного транспорта, их прибыль должна возрасти на сумму, превышающую эти расходы не менее, чем в три.

Насколько при этом необходимо будет увеличить объем производства, сказать трудно – все зависит от заложенной в цене рентабельности предприятия, которая на сегодняшний день, очевидно, невелика, так как невозможно снизить цену продукции за счет сокращения ее выпуска.

Если предположить, что предприятия, на продукцию которых установлен «нулевой» тариф, сумеют обеспечить необходимый прирост объема производства, то даже в этом случае возникает новая проблема – временной лаг между моментом установления «нулевого» тарифа и моментом поступления дополнительных платежей в бюджет от предприятий, где реализуется эффект от такого мероприятия. В течение некоторого времени государство должно будет кредитовать железнодорожный транспорт из бюджета, т.е. из надежного и крупного плательщика налогов железнодорожный транспорт превратится в одну из серьезных статей бюджетных расходов.

Фискальные органы вообще не заинтересованы в снижении любых видов цен и тарифов, так как налоги и платежи растут пропорционально (необязательно линейно) ценам и тарифам.

Цена перевозимого груза, предназначенного для потребителя, включает в денежном выражении наряду с транспортной составляющей целый ряд других компонент, таких как оптовая цена предприятия-поставщика; экспедиторские и различные посреднические услуги; налоги, различные сборы и пошлины; норма рентабельности поставщика и т.д.

В свою очередь, каждая из этих компонент также является комплексной величиной. Например, железнодорожный тариф включает в себя затраты на внешние ресурсы, основными из которых являются электроэнергия, ГСМ, уголь и др., поэтому снижение железнодорожного тарифа может быть обусловлено возможностями снижения долей перечисленных факторов. Формы и методы снижения указанных компонент могут быть разными.

Железная дорога получает электроэнергию от энергосистем для перевозки грузов, в том числе и угля для электростанций этих энергосистем, по определенным энергетическим тарифам. Но сами энергосистемы пользуются услугами железнодорожного транспорта по железнодорожным тарифам, т.е. очевиден встречный поток взаимных финансовых обязательств. Эти обязательства можно погасить «живыми деньгами», бартером, векселями, в том числе с привлечением в схему расчетов продукции других отраслей, налоговых обязательств и т.д.

Каждая из таких схем и форм взаиморасчетов имеет свою «цену» и сроки реализации для каждого из участников. При этом в круг заинтересованных участников схем финансовых расчетов входят не только железная дорога и энергетика, но также бюджеты и фонды всех уровней.

Отрасль железнодорожного транспорта является естественной монополией с вытекающими отсюда принципами управления. Одним из них является централизованное регулирование тарифов. В какой бы форме ни проходило это регулирование, оно так или иначе будет ориентироваться на текущую себестоимость перевозок.

Мировой опыт централизованного управления экономическими системами показывает, что такое одностороннее регулирование сдерживает снижение цен (тарифов). Это объясняется тем, что «дозволенная» на следующий период цена строится

по классической схеме. Именно на такой принцип ориентируется сейчас процедура формирования тарифов на железнодорожном транспорте.

На самом же деле спектр управляющих параметров в формировании тарифов значительно шире. Для определения совокупности этих параметров необходимо, прежде всего, выделить основные принципы формирования тарифов. К основным принципам формирования тарифов можно отнести:

- регулируемость (тарифы могут устанавливаться сверху, регулироваться по всей номенклатуре или по части номенклатуры, устанавливаться самостоятельно);
- ориентация (на покрытие затрат и получение прибыли, на платежеспособность, поддержание доходности, поддержание рентабельности);
- срочность (текущая, долговременная);
- избирательность (эксклюзивные, равноправные, «имидж»);
- форма расчета (деньги, бартер, векселя и другие инструменты);
- место назначения груза;
- оптимальность (по структуре направлений, по структуре клиентов, по организационно-правовой структуре).

В частности, в группе принципов, характеризующих ориентацию тарифообразования при падении объемов работы транспорта, можно выделить принципы поддержания доходности и рентабельности. Если ориентироваться на первый из них, то тариф должен расти обратно пропорционально объему перевозок. Поддержание же рентабельности на заданном уровне будет определяться более сложной схемой, особенно если при этом будут учитываться темпы инфляции по различным компонентам, входящим в затратную часть тарифа (структурная инфляция).

Принцип учета места назначения также очень важен в условиях изменчивости рыночной стоимости (курса) тарифа в том или ином регионе. Например, при росте курса доллара растет платежеспособность, а вместе с ней и «тарифоспособность» предприятий-экспортеров и наоборот. В силу использования наряду с денежными формами расчета других, например вексельной, возникают те же самые проблемы неоднозначности «курса» одного и того же векселя или иного обязательства в разных регионах внутреннего рынка.

В рыночных условиях хозяйствования в систему вышеназванных принципов необходимо добавить учет платежеспособности груза и показатель конкурентоспособности груза «на выходе» из интегрированной (например, производственно-транспортной) системы, так как эти показатели в конечном итоге тоже влияют на объемы работы транспорта, а значит, и на тарифообразование.

Примером формирования согласованных цен и тарифов может быть формирование в рамках Сибирского федерального округа цены на такой массовый товар, как уголь. Одна из весомых составляющих конечной цены на уголь приходится на железнодорожный транспорт, который, однако, является далеко не единственным в цепи участников процесса.

Схема формирования согласованной цены начинается с шахты или угольного разреза, которые в летний период стараются минимизировать отгрузку угля, так как в осенне-зимний период они в большей мере могут осуществлять диктат цен на уголь. А вот энергетика и железнодорожники заинтересованы в сбалансированности грузопотоков и, следовательно, в расширении летних поставок.

Второй участник цепи – посредник, работающий на погрузке угля и доставке его от шахты (разреза) до станции отправления.

Третий участник формирования цены – посредник, осуществляющий экспедиторские и маркетинговые услуги, взаиморасчеты, оплату и др. Его «маржа» часто составляет не менее 40–60% от оптовой цены на уголь. На базе этой посреднической деятельности организовались весьма мощные компании, которые уже накопили капитал для инвестиций и осуществляют их, получая высокие прибыли в других сферах бизнеса (продажа бензина, торговля продуктами питания, снабжение и пр.).

Четвертым участником цепи является железнодорожный транспорт, который диктует тарифы на транспортировку груза.

Пятый участник формирования цены на уголь – система предприятий энергетики.

Шестым участником является налоговая система, которая создает серьезную прибавку к оптовой цене угля.

Мы видим, что схема формирования цен и тарифов при продвижении товаров массового потребления не ограничивается простой цепочкой: «продавец – транспорт – потребитель», а включает достаточно большое число участников (отраслей) с различными разветвлениями, обусловленными технологиями производства, продвижения и потребления товара.

Процесс формирования цены в интегрированной экономической системе многократно сложнее, нежели на уровне предприятия или отрасли. При формировании цены в интегрированной экономической системе остро стоит вопрос цели ценообразования, так как в данном случае переплетаются интересы (часто противоречивые) всех участников системы. Кроме того, необходимо учитывать интересы конечного потребителя и интересы внешней среды, т.е. регионов и всей национальной экономики, так как эти субъекты весьма чувствительны к формированию цены на товары массового потребления в крупных интегрированных экономических системах.

В процессе формирования цены в интегрированной экономической системе между ее участниками возникают сложные финансовые отношения, стало быть, для методического обеспечения этого процесса необходима разработка финансовой экономико-математической модели взаимодействия участников системы. Пример такой схемы взаимодействия участников формирования цен (тарифов) представлен на рис. 1.3. Алгоритм формирования цены (тарифа) в многоэтапных системах подобного типа представлен на рис. 6.2.

Здесь каждый этап N_i , независимо от его юридического оформления, рассматривается как производитель реальной или «виртуальной» (например, посреднической) продукции. Он передает по цепочке внутри системы на последующий этап N_{i+1} объем (реальной или «виртуальной») продукции Q_i по внутренней (трансфертной) цене Π_i , произведенной по средней себестоимости единицы продукции C_i . На единицу этапа N_{i+1} используется $\alpha_{i,i+1}$ единиц продукта этапа N_i .

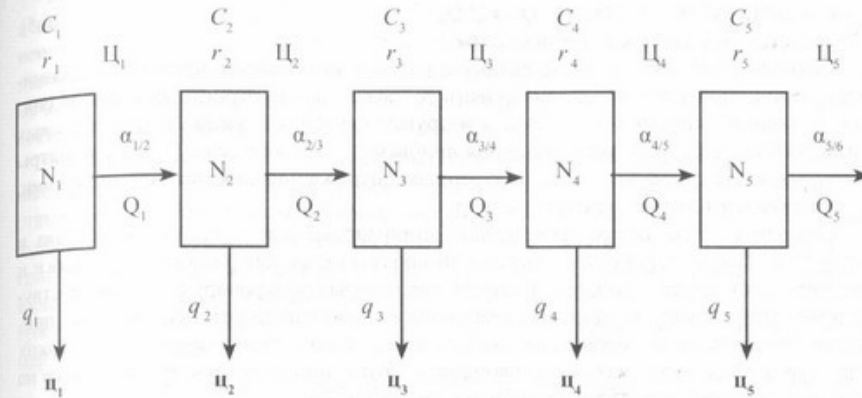


Рис. 6.2. Формирование цен (тарифов) в интегрированной системе

В общем случае Q_i , C_i и Π_i – это векторы. Далее, для простоты иллюстрации механизма формирования цены в интегрированных системах примем, что потоки продукции монопродуктовые (один вид) и однонаправленные.

Далее через r_i обозначим рентабельность (отношение прибыли к затратам на единицу продукции): $r_i = (\Pi_i - C_i) / C_i$ и пусть $R_i = (1 + r_i)$.

Тогда цену Π_i продукции этапа N_i можно выразить как $\Pi_i = C_i * R_i$.

Каждый этап N_i может реализовать часть своей продукции в качестве товарной на сторону в объеме q_i для: свободной реализации на рынке; взаиморасчетов или бартерных обменов; взаиморасчетов по совместной деятельности (в том числе по соглашениям о разделе продукции); для налоговых и иных отчислений и др.

Для простоты считаем, что цена u_i товарной продукции этапа N_i по всем направлениям ее реализации одна и та же.

В приведенных обозначениях можно рассчитать выручку V данной интегрированной системы, которая складывается из выручки последнего этапа и выручки от товарной продукции предыдущих этапов:

$$V = \Pi_5 * Q_5 + u_1 * q_1 + u_2 * q_2 + u_3 * q_3 + u_4 * q_4 + u_5 * q_5 \quad (6.1)$$

или

$$V = \Pi_5 * Q_5 + \sum u_i * q_i$$

При этом общие для системы затраты составят:

$$S = C_1 * (Q_1 + q_1) + C_2 * (Q_2 + q_2) + C_3 * (Q_3 + q_3) + C_4 * (Q_4 + q_4) + C_5 * (Q_5 + q_5) \quad (6.2)$$

или

$$S = \sum C_i * (Q_i + q_i).$$

Прибыль от реализации товарной продукции составит

$$P = \Pi_5 * Q_5 + (u_1 - C_1) * q_1 + (u_2 - C_2) * q_2 + (u_3 - C_3) * q_3 + (u_4 - C_4) * q_4 + (u_5 - C_5) * q_5 \quad (6.3)$$

Общая для системы прибыль

$$P = V - S = \Pi_5 * Q_5 + (u_1 - C_1) * q_1 + (u_2 - C_2) * q_2 + (u_3 - C_3) * q_3 + (u_4 - C_4) * q_4 + (u_5 - C_5) * q_5 - (C_1 * Q_1 + C_2 * Q_2 + C_3 * Q_3 + C_4 * Q_4 + C_5 * Q_5). \quad (6.4)$$

В этом выражении сумма

$$C = C_1 * Q_1 + C_2 * Q_2 + C_3 * Q_3 + C_4 * Q_4 + C_5 * Q_5$$
 (6.5) представляет внутрисистемные затраты.

Система может использовать разные стратегии в отношении прибыли: максимизировать или наоборот – минимизировать ее (даже сделать отрицательной) для снижения налогооблагаемой базы. В том и другом случае, как видно из приведенных формул (6.1) – (6.5), основа управления прибылью – это «классические» параметры удельных затрат, объемы и цены внутреннего потребления собственной продукции, цены и объемы товарной продукции и др.

Каждый из этих параметров может детализироваться с учетом его состава и структуры. Так, в затраты промежуточной продукции входят разного рода налоги и бюджетные отчисления, объемы поступления которых контролируются соответствующими структурами, не заинтересованными в снижении затрат, цен, доходов, прибылей. Поэтому интегрированная система может испытывать «давление» от таких структур и здесь надо знать «цену вопроса». Эти вопросы мы рассмотрим ниже на примерах, поэтому остановимся здесь на другой проблеме.

Существуют веские причины, по которым происходит интеграция отдельных экономических элементов в систему. Главная из них в условиях рынка и конкуренции – это реализация основного (конечного) продукта, в создании которого эти элементы участвуют прямо или косвенно, включая различного рода инфраструктурное обслуживание. Одним из важных факторов здесь является цена конечного продукта. Так, в системе, представленной на рис. 6.3, это цена последнего пятого этапа Π_5 . Рассмотрим, из чего она складывается с учетом вклада всех предшествующих этапов.

Так как $\Pi_i = C_i * R_i$, то, например, для последнего 5-го этапа будем иметь $\Pi_5 = C_5 * R_5$. В свою очередь затраты на единицу 5-го этапа C_5 состоят из затрат, не связанных с 4-м этапом (обозначим их через c_5) и связанных с ним. Используя введенные обозначения, можем записать:

$$\Pi_5 = (c_5 + \Pi_4 * \alpha_{4,5}) * R_5.$$

Раскрывая далее Π_4 , можем записать:

$$\Pi_5 = c_5 * R_5 + (c_4 + \Pi_3 * \alpha_{3,4}) * \alpha_{4,5} * R_4 * R_5.$$

В конечном счете получаем:

$$\Pi_5 = c_5 * R_5 + c_4 * \alpha_{4,5} * R_4 * R_5 + \dots + c_1 * \alpha_{1,2} * \alpha_{2,3} * \alpha_{3,4} * \alpha_{4,5} * R_1 * R_2 * R_3 * R_4 * R_5.$$

В общем случае, если интегрированная система состоит из K последовательно связанных элементов, последняя формула примет вид:

$$\Pi_K = c_K * R_K + c_{K-1} * \alpha_{K-1,K} * R_{K-1} * R_K + \dots + c_1 * \alpha_{1,2} * \alpha_{2,3} * \dots * \alpha_{K-1,K} * R_1 * R_2 * \dots * R_{K-1} * R_K$$
 (6.6)

Из формулы (6.6) видно, что в случае достаточно больших значений коэффициентов удельных затрат $\alpha_{i+1,i}$ и требований рентабельности R_i существенный вклад в цену конечного продукта может внести цена продукции первого этапа. Этому будет способствовать мультипликатор цены:

$$\alpha = \alpha_{1,2} * \alpha_{2,3} * \dots * \alpha_{K-1,K}$$
 (6.7)

который можно назвать технологическим и мультипликатором, и мультипликатор

$$R = R_1 * R_2 * \dots * R_{K-1} * R_K,$$
 (6.8)

который можно назвать мультипликатором рентабельности.

Для рассматриваемой схемы (рис. 6.3)

$$\alpha = \alpha_{1,2} * \alpha_{2,3} * \alpha_{3,4} * \alpha_{4,5}, \text{ и } R = R_1 * R_2 * R_3 * R_4 * R_5.$$

Аналогично вклад в формирование цены конечного этапа вносят цены и мультипликаторы других промежуточных этапов.

Данная схема, являясь теоретической, дает как бы представление о «скелете» цены в многоэтапных системах. В принципе, из формул (6.1) – (6.8) видны укрупненные параметры управления ценой конечного этапа. Однако здесь нет описания и элементов внутреннего управления для каждой подсистемы. В частности, не виден механизм управления с учетом постоянных и переменных затрат, влияния отдельных составляющих элементов затрат, например налогов.

Кроме того, любая из подсистем интегрированной системы, имея свои конкретные цели в тот или иной момент времени и в той или иной обстановке, может поставить свои цели или условия при формировании цен. Внешняя среда также может выдвинуть свои требования по ценообразованию к тому или иному элементу интегрированной системы. Все эти условия могут быть сформулированы, например, в виде ограничений для оптимизационной задачи формирования цен и тарифов в интегрированной системе. Критерием оптимизации такой задачи может быть, к примеру, максимизация прибыли.

Рассмотрим некоторые из указанных проблем и возможные пути их решения применительно к производственно-транспортным системам. Ниже приводится пример расчетов по модели итерационного (переговорного) процесса формирования финансовых показателей взаимодействия как рычагов финансового механизма. Итерация – это очередной этап переговоров. Модель показывает принципиальную возможность создания механизма эффективного финансового взаимодействия хозяйствующих субъектов в системе, включающего в себя следующие обратные связи:

- цена на электроэнергию повышает соответствующие компоненты в структуре переменных затрат УР и ТС. Аналогично – цена на уголь и железнодорожный тариф повышают соответствующие компоненты в структуре переменных затрат ЭС;
- повышение капитальных затрат участников ведет к росту постоянных затрат, но снижает переменные;
- требование роста рентабельности ведет к стремлению повысить цены, но их повышение по цепочке обратных связей ведет к повышению соответствующих компонент в структуре переменных затрат;
- расширение горизонта координации по времени в силу инфляционного воздействия ведет к разнохарактерному росту переменных и постоянных затрат.

Присвоим этапам УР, ТС и ЭС, соответственно, номера $l = 1, 2, 3$ (в общем случае $l = 1 \dots L$), а верхний индекс j ($j = 0 \dots J$) здесь будет обозначать период времени. При иной постановке j – это либо вариант объема продукции, либо номер региона, по которому продвигается груз, или энергосистемы, обеспечивающей электрическую тягу по своим ценам на электроэнергию. Вместо «продукт этапа l » говорим «продукт l » или « l ».

Удельные переменные затраты для l обозначим через v_l^j . Они включают стоимость энергии и прочих ресурсов. Модель учитывает в структуре переменных затрат обратные связи: для $l = 1, 2$ по цене электроэнергии, для $l = 3$ по цене угля и транспортным затратам.

Для $l = 1, 2$ разложим v_l^j (удельные переменные затраты) на две компоненты: $v_{l,d}^j$ – затраты электроэнергии и $v_{l,c}^j$ – «собственные» переменных затрат в себестоимости угля. В структуре переменных затрат ЭС выделим помимо собственной компоненты затраты угля и транспорта.

Считаем, что масштаб цен выбран так, что в единице переменных затрат ЭС присутствуют единица цены угля и единица цены транспортных услуг.

Обозначим: u_j^I – цена на продукцию I в период j ; k_j^I – постоянные затраты в цене I в период j ; e_j^I – удельные затраты электроэнергии (у.е.) на единицу I в период j ; m_j^I – маржа, т.е. разница между ценой и удельными переменными затратами на I в период j ; Q_j^I – объем продукции. В нашем примере только один вид продукции – уголь, поэтому можно принять, что $Q_j^I = Q$ для всех I .

C_j^I – общие затраты на производство I в период j ; V_j^I – выручка от продаж (по ставок) I в период j ; P_j^I – прибыль по I в период j ; X_j^I – резерв в цене I (величина возможного ее снижения) в период j ; n_j – единая ставка налога на прибыль (может быть дифференцированной по I и j); TP_j^I – налог на прибыль от реализации I в период j ; NP_j^I – прибыль от реализации I в период j после налогообложения; R_j^I – требуемая или планируемая рентабельность в период j по I .

Для иллюстрации расчетов по модели примем, что для любого варианта расчетов рентабельность I постоянна и равна $R_j^I = R_j^B$ – принятому уровню рентабельности для всех периодов, т.е. $R_j^I = R_j^B$.

Далее обозначим: T_j^I – налог, полученный в период j от производства I ; T_j^I – налог в период j от деятельности всех участников; i_{jn} – средняя за период инфляция переменных затрат для I ; i_{jv} – средняя за период инфляция постоянных затрат для I ; s_{jv} – величина снижения собственной компоненты переменных затрат I в результате проведения реконструкции или иных капитальных мероприятий; K_{jv}^I – капвложения на снижение собственных удельных переменных затрат по I .

Примем в дальнейшем для простоты, что K_{jv}^I не зависит от момента времени j и является возрастающей функцией от величины снижения переменных затрат s_{jv} . В примере $K_{jv}^I = K_{jv} = A_j (s_{jv})^2$, где A_j – константа. Предполагается, что капитальные вложения «списываются» линейно через амортизацию, путем включения в постоянные затраты. Таким образом, в указанных обозначениях и предположениях для всех j имеем структуру удельных переменных затрат:

$$v_1^j = v_{e1}^j + \mathcal{A}_1 \quad (6.9)$$

$$v_2^j = v_{e2}^j + \mathcal{A}_2 \quad (6.10)$$

$$v_3^j = v_{e3}^j + u_1^j + u_2^j \quad (6.11)$$

Удельные переменные затраты в периоде j для $I = 1, 2$ составят величину:

$$v_i^j = v_{ei}^j (1+i_{jn}^j) + e_i^j u_3^j \quad (6.12)$$

Здесь согласно (6.9, 6.10) первое слагаемое – это собственные удельные затраты, возросшие по причине инфляции, а второе – это удельные затраты электроэнергии. Для $I = 3$:

$$V_3^j = v_{e3}^j (1+i_{3v}^j) + u_1^j + u_2^j \quad (6.13)$$

Для динамики постоянных затрат с учетом структурной инфляции имеем:

$$k_j^I = (k_1^0 + K_{kv} : J) (1+i_{Rj}) \quad (6.14)$$

При заданном уровне рентабельности R_j^I , исходя из определенных по формулам (6.9 – 6.14) переменных и постоянных затрат, а также заданных объемов продукции Q^I можно рассчитать искомую величину X_j^I корректировки или резерва в цене I по формуле:

$$X_j^I = u_j^I - (1+R_j^I) (v_j^I + k_j^I : Q^I) \quad (6.15)$$

Остальные финансовые параметры взаимодействия определяем исходя из следующих взаимосвязей:

$$\text{- объем продаж (выручка } I): V_j^I = u_j^I Q_j^I \quad (6.16)$$

$$\text{- общие затраты } I: C_j^I = v_j^I Q^I + k_j^I \quad (6.17)$$

$$\text{- прибыль } I: P_j^I = V_j^I - C_j^I \quad (6.18)$$

$$\text{- налог на прибыль } I \text{ в периоде } j: TP_j^I = P_j^I n_j \quad (6.19)$$

$$\text{- налог на прибыль } I \text{ по всем периодам } j: TP_I = \sum_j P_j^I n_j \quad (6.20)$$

$$\text{- налог на прибыль по всем } I \text{ в периоде } j: TP_j = \sum_I P_j^I n_j \quad (6.21)$$

$$\text{- итоговый налог на прибыль по всем } I \text{ и } j: TP = \sum_j \sum_I P_j^I n_j \quad (6.22)$$

В данной модели в зависимости от постановки задачи в качестве неизвестного может выступать любой из приведенных выше параметров. Однако итерационный (переговорный) процесс согласования для пятилетнего периода координации (деятельности) начинается естественным образом с предоставления участниками информации о начальном их состоянии (табл. 6.12).

Таблица 6.12

Исходная точка маржинального равновесия системы

		v^0	k^0	u^0	m^0	Q^0	C_1^0	V^0	P^0	e_1
1	УР	4,04	300,50	10	5,96	50,4	504,2	504,2	0	0,005
2	ТС	1,26	200,08	4	2,74	73,0	292,1	292,1	0	0,01
3	ЭС	15,97	100,18	18	2,03	49,3	888,3	888,3	0	

Из табл. 6.12 видно, что точки безубыточности у различных участников различны. Поэтому повышение для УР объема добычи до 60 единиц приведет к его прибыльности, но ТС при таких объемах будет работать с убытком, ЭС слегка перейдет точку безубыточности. Это говорит о необходимости согласования единого объема с учетом производственных мощностей каждого из участников.

Естественно предположить, что каждый из участников ориентируется на определенный, удовлетворяющий его минимальный уровень рентабельности. В табл. 6.13 представлены два варианта уровня рентабельности УР (итерация 1).

Таблица 6.13

Формирование цен, структуры затрат и прибыли для УР

Базовый период (j=0)										
j	v_1^0	k_1^0	u_1^0	m_1^0	Q_1^0	C_1^0	V_1^0	P_1^0	Изменение цены	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	4,04	300,5	10,00	5,96	50,4	504,2	504,2	0,00	ед.	%
Вариант 1 при R = 10%										
1	4,4	347,1	7,62	3,17	140,0	969,4	1066,3	96,94	2,38	76,2
2	4,9	400,9	8,42	3,53	145,0	1110,1	1221,1	111,01	1,58	84,2
3	5,4	463,0	9,32	3,93	150,0	1270,5	1397,6	127,05	0,68	93,2
4	5,9	534,8	10,31	4,39	155,0	1453,3	1598,6	145,33	-0,31	103,1
5	6,5	617,7	11,42	4,90	160,0	1661,5	1827,7	166,15	-1,42	114,2

Вариант 4 при R = 25%										
1	4,4	347,1	8,66	4,21	140,0	969,4	1211,7	242,34	1,35	86,6
2	4,9	400,9	9,57	4,68	145,0	1110,1	1387,6	277,53	0,43	95,7
3	5,4	463,0	10,59	5,20	150,0	1270,5	1588,1	317,63	-0,59	105,9
4	5,9	534,8	11,72	5,79	155,0	1453,3	1816,6	363,32	-1,72	117,2
5	6,5	617,7	12,98	6,46	160,0	1661,5	2076,9	415,38	-2,98	129,8

Уровней рентабельности в механизме можно задать больше (в модели их 4) и любым шагом. В этой же таблице предполагается динамика роста производства продукции в течение пяти периодов от 140 до 160 ед. с шагом прироста 5 ед. за период, уровень инфляции для переменных затрат – 10,3%, для постоянных – 15,5% за период. Из таблицы видно, что стратегия корректировки цен на продукцию УР при росте требований к уровню рентабельности и при заданных темпах инфляции в структуре переменных и постоянных затрат ориентирует на снижение цен в первые годы и их повышение в последующие годы. Цены на уголь можно снизить в первый период при R = 10% на 2,38 ед., а при R = 25% – снизить на 1,35 ед. При этом в пятом периоде рекомендуется повысить цены соответственно на 1,42 и 2,98.

В графе 2 и 3 табл. 6.13 прослеживается динамика структуры переменных и постоянных затрат. На нее влияет как структурная инфляция, так и уровни равновесных цен и тарифов на продукцию ТС и ЭС согласно соотношениям в вышеприведенной модели. Аналогичные расчеты автоматически проводятся с помощью модели для ТС и ЭС, причем финансовые показатели механизма взаимодействия субъектов взаимосвязаны и взаимообусловлены. В табл. 6.14 приведен первый шаг итерационного процесса для ТС.

Таблица 6.14

Формирование цен, структуры затрат и прибыли для ТС

Базовый период (j=0)										
j	v ₂ ⁰	k ₂ ⁰	ц ₂ ⁰	m ₂ ⁰	Q ₂ ⁰	C ₂ ⁰	V ₂ ⁰	P ₂ ⁰	Изменение цены	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1,3	200,1	4,00	2,74	73,0	292,1	292,1	0,00	ед.	%
Варианты при R = 15%										
1	1,3	220,6	3,32	2,01	140,0	404,5	465,2	60,68	0,68	83,1
2	1,4	243,2	3,51	2,13	145,0	441,9	508,2	66,29	0,49	87,6
3	1,4	268,1	3,70	2,27	150,0	482,7	555,1	72,40	0,30	92,5
4	1,5	295,6	3,91	2,42	155,0	527,0	606,0	79,05	0,09	97,7
5	1,6	325,9	4,13	2,58	160,0	575,3	661,5	86,29	-0,13	103,4

Варианты при R = 30%										
1	1,3	220,6	3,76	2,44	140,0	404,5	525,9	121,36	0,24	93,9
2	1,4	243,2	3,96	2,59	145,0	441,9	574,5	132,58	0,04	99,1
3	1,4	268,1	4,18	2,75	150,0	482,7	627,5	144,80	-0,18	104,6
4	1,5	295,6	4,42	2,93	155,0	527,0	685,1	158,10	-0,42	110,5
5	1,6	325,9	4,67	3,12	160,0	575,3	747,8	172,58	-0,67	116,8

Из табл. 6.14 видно, что при уровне рентабельности 15% есть резервы снижения цены с первого по четвертый период. При уровне рентабельности 30% резерв по снижению цены есть только в первом и во втором периодах. В остальных периодах рекомендуется повышение цен на продукцию транспорта (услуги по перевозкам угля).

Результаты расчетов по первой итерации для ЭС приводятся в табл. 6.15 при уровнях рентабельности 20% и 35%. Из нее мы видим, что резервы снижения цены для рентабельности 20% имеются только в первом периоде, а при уровне 35% таких резервов нет вообще.

Таблица 6.15

Формирование цен, структуры затрат и прибыли для ЭС

Базовый период (j=0)										
j	v ₃ ⁰	k ₃ ⁰	ц ₃ ⁰	m ₃ ⁰	Q ₃ ⁰	C ₃ ⁰	V ₃ ⁰	P ₃ ⁰	Изменение цены	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	16,0	100,2	18,00	2,03	49,3	888,3	888,3	0,00	ед.	%
Варианты при R = 20%										
1	13,2	121,0	16,89	3,68	140,0	1971,0	2365,3	394,21	1,11	93,9
2	14,6	146,1	18,67	4,12	145,0	2256,5	2707,8	451,30	-0,67	103,7
3	16,1	176,4	20,67	4,62	150,0	2584,3	3101,2	516,86	-2,67	114,9
4	17,7	213,0	22,92	5,19	155,0	2961,0	3553,3	592,21	-4,92	127,4
5	19,6	257,2	25,46	5,85	160,0	3394,3	4073,1	678,85	-7,46	141,4
Варианты при R = 35%										
1	14,7	121,0	20,99	6,31	140,0	2177,1	2939,1	762,00	-2,99	116,6
2	16,2	146,1	23,18	7,02	145,0	2489,3	3360,6	871,25	-5,18	128,8
3	17,8	176,4	25,63	7,82	150,0	2847,3	3843,8	996,55	-7,63	142,4
4	19,6	213,0	28,38	8,73	155,0	3258,1	4398,4	1140,33	-10,38	157,6
5	21,7	257,2	31,47	9,77	160,0	3729,8	5035,2	1305,43	-13,47	174,8

Предположим, что предложения по снижению и повышению тарифов приняты. Проводится вторая итерация, а затем третья, которая является окончательной. На этой итерации резервов снижения цен нет ни у одного субъекта и ни один из них не претендует на повышение цен в любом периоде и при любом уровне рентабельности. Основные фрагменты окончательных расчетов (итерация 3) приведены в таблицах 6.16 – 6.18.

Равновесие для всех участников устанавливается за две итерации, и для УР картина с изменением цен будет выглядеть следующим образом: цена в первый период при R = 10% будет равна 7,61 ед. (76,1% от базовой цены), а при R = 25% – 8,67 ед. (86,7% от базовой цены). Для пятого года соответственно – 12,0 ед. (120% от базовой цены) и 13,07 ед. (130,7% от базовой цены).

Таблица 6.16

Формирование цен, структуры затрат и прибыли для УР

Базовый период (j=0)										
j	v_1^0	k_1^0	u_1^0	m_1^0	Q_1^0	C_1^0	V_1^0	P_1^0	Изменение цены	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	4,0	300,5	10,00	5,96	50,4	504,2	504,2	0,00	ед.	%
Вариант при R = 10,0%										
1	4,4	347,1	7,61	3,17	140,0	968,6	1065,4	96,86	0,00	76,1
2	4,9	400,9	8,43	3,53	145,0	1110,6	1221,7	111,06	-0,00	84,3
3	5,4	463,0	9,33	3,94	150,0	1272,6	1399,8	127,26	-0,00	93,3
4	6,0	534,8	10,34	4,39	155,0	1457,2	1602,9	145,72	-0,00	103,4
5	6,6	617,7	11,46	4,90	160,0	1667,6	1834,4	166,76	-0,00	114,6
Вариант при R = 25,0%										
1	4,5	347,1	8,67	4,21	140,0	971,5	1214,4	242,88	-0,00	86,7
2	4,9	400,9	9,60	4,69	145,0	1114,0	1392,4	278,49	-0,00	96,0
3	5,4	463,0	10,64	5,21	150,0	1276,4	1595,5	319,10	-0,00	106,4
4	6,0	534,8	11,79	5,81	155,0	1461,5	1826,9	365,39	-0,00	117,9
5	6,6	617,7	13,07	6,47	160,0	1672,6	2090,7	418,15	-0,00	130,7

Таблица 6.17

Формирование цен, структуры затрат и прибыли для ТС

Базовый период (j=0)										
	v_2^0	k_2^0	u_2^0	m_2^0	Q_2^0	C_2^0	V_2^0	P_2^0	Изменение цены	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,3	200,1	4,00	2,74	73,0	292,1	292,1	0,00	ед.	%
Вариант при R = 25,0%										
1	1,3	220,6	3,63	2,30	140,0	406,8	508,5	101,70	-0,00	90,8
2	1,4	243,2	3,86	2,45	145,0	447,3	559,2	111,83	-0,00	96,4
3	1,5	268,1	4,10	2,61	150,0	491,8	614,7	122,94	-0,00	102,4
4	1,6	295,6	4,36	2,78	155,0	540,5	675,6	135,12	-0,00	109,0
5	1,7	325,9	4,64	2,96	160,0	593,9	742,4	148,48	-0,00	116,0
Вариант при R = 30,0%										
1	1,3	220,6	3,80	2,45	140,0	408,8	531,5	122,65	-0,00	94,9
2	1,4	243,2	4,03	2,61	145,0	449,7	584,5	134,90	-0,00	100,8
3	1,5	268,1	4,28	2,78	150,0	494,4	642,7	148,32	-0,00	107,1
4	1,6	295,6	4,56	2,96	155,0	543,5	706,5	163,05	-0,00	114,0
5	1,7	325,9	4,85	3,16	160,0	597,4	776,6	179,21	-0,00	121,3

Таблица 6.18

Формирование цен, структуры затрат и прибыли для ЭС

Базовый период (j=0)										
	v_3^0	k_3^0	u_3^0	m_3^0	Q_3^0	C_3^0	V_3^0	P_3^0	Изменение цены	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	16,0	100,2	18,00	2,03	49,3	888,3	888,3	0,00	ед.	%
Вариант при R = 20%										
1	13,2	121,0	16,87	3,68	140,0	1968,4	2362,0	393,67	0,00	93,7
2	14,6	146,1	18,69	4,12	145,0	2258,2	2709,8	451,64	-0,00	103,8
3	16,1	176,4	20,73	4,63	150,0	2591,3	3109,5	518,25	-0,00	115,2
4	17,8	213,0	23,03	5,21	155,0	2974,3	3569,1	594,86	-0,00	127,9
5	19,7	257,2	25,61	5,88	160,0	3415,0	4098,0	682,99	-0,00	142,3
Вариант при R = 25%										
1	13,7	121,0	18,22	4,51	140,0	2040,3	2550,3	510,07	-0,00	101,2
2	15,1	146,1	20,17	5,04	145,0	2339,7	2924,6	584,92	-0,00	112,1
3	16,7	176,4	22,36	5,65	150,0	2683,6	3354,5	670,90	-0,00	124,2
4	18,5	213,0	24,83	6,34	155,0	3078,8	3848,5	769,71	-0,00	137,9
5	20,5	257,2	27,60	7,13	160,0	3533,4	4416,7	883,34	-0,00	153,4

Если принять в расчетах, что уровень рентабельности может варьировать для ТС от 15% до 30%, то при R = 15% требуется повышение цены только в пятом периоде на 5,5%, при рентабельности 25% снижение цены возможно в первом и во втором периодах, а при R = 30% повышение цены начинается со второго периода – 0,8%, а с третьего по пятый период предлагается ее повысить на 21,2%.

Аналогично, если принять для ЭС вариацию рентабельности от 20% до 35%, то при R = 20% наблюдается снижение цены на 6,3% по сравнению с базисной в первом периоде и постепенное нарастание к концу пятого периода на 42,3% по сравнению с базой. При R = 25% повышение цены начинается с первого периода (на 1,2%) и в пятом предлагается ее повысить на 53,4% по сравнению с базой.

Налог на прибыль УР составил в первой итерации при R = 10% для первого периода 23,3 ед. и для пятого периода 39,9 ед. При рентабельности R = 25% соответственно 58,2 ед. и 99,7 ед. (табл. 6.19). Аналогично здесь представлены налоги для всех субъектов при разных уровнях рентабельности в разные периоды.

Таблица 6.19

Налог на прибыль при заданных объемах продукции и рентабельности субъектов системы (итерация 1)

Субъекты		УР	ТС	ЭС	Всего налог, ед.
Рентабельность, %		10,0	15,0	20,0	
Объем по периодам	140,0	23,3	14,6	94,6	132,4
	145,0	26,6	15,9	108,3	150,9
	150,0	30,5	17,4	124,0	171,9
	155,0	34,9	19,0	142,1	196,0
160,0	39,9	20,7	162,9	223,5	
Рентабельность, %		25,0	30,0	35,0	
Объем по периодам	140,0	58,2	29,1	182,9	270,2
	145,0	66,6	31,8	209,1	307,5
	150,0	76,2	34,8	239,2	350,2
	155,0	87,2	37,9	273,7	398,8
160,0	99,7	41,4	313,3	454,4	

Совокупный налог на прибыль системы на первой итерации в первом периоде – 132,4 ед., в пятом периоде – 223,5 ед. при минимальной рентабельности, при максимальной соответственно – 270,2 и 454,4 ед. В результате двух итераций получаем итог по налоговым поступлениям как по каждому субъекту в разрезе всех периодов (объемов), так и суммарный итог по всей системе (табл. 6.20).

Таблица 6.20

Налог на прибыль при заданных объемах продукции и рентабельности субъектов системы (итерация 3)

Субъекты		УР	ТС	ЭС	Всего налог, ед.
Рентабельность, %		10,0	15,0	20,0	
Объем по периодам	140,0	23,2	14,5	94,5	132,2
	145,0	26,7	15,9	108,4	151,0
	150,0	30,5	17,5	124,4	172,4
	155,0	35,0	19,3	142,8	197,0
160,0	40,0	21,1	163,9	225,1	
Рентабельность, %		25,0	30,0	35,0	
Объем по периодам	140,0	58,3	29,4	183,6	271,3
	145,0	66,8	32,4	210,3	309,6
	150,0	76,6	35,6	241,1	353,2
	155,0	87,7	39,1	276,3	403,2
160,0	100,4	43,0	316,9	460,2	

Обобщенные характеристики налоговых поступлений по двум крайним периодам (объемам продукции) при разных вариантах уровней рентабельности субъектов представлены на рис. 6.3.

Весьма важной является задача исследования влияния инфляции на важнейшие внутренние и внешние финансовые параметры как отдельных субъектов хозяйст-

вания, так и системы в целом. Для примера здесь рассмотрим влияние инфляции при сформированном механизме равновесного ценообразования (6.9 – 6.22) на налоговые поступления от прибыли.

Для простоты предположим, что мы задаем исходную структуру инфляции по переменным и постоянным затратам для всех участников системы в следующем виде (табл. 6.21).

Таблица 6.21

Исходные данные в модели по формированию структурной инфляции

Исходная структурная инфляция переменных затрат, %	Исходная структурная инфляция постоянных затрат, %	Коэффициент корректировки	Инфляция переменных затрат за период с учетом корректировки, %	Инфляция постоянных затрат за период с учетом корректировки, %
1	2	3	4	5
f_1^0	F_1^0	f	i_1^*	i_1^*
5,0	10,0	1,050	10,3	15,5
0,0	5,0		5,0	10,3
10,0	15,0		15,5	20,8

Здесь первые две графы содержат данные базисных уровней инфляции в переменных и постоянных затратах по субъектам системы (УР, ТС, ЭС). В третьей графе заданы единый для всех субъектов и периодов темп роста инфляции. В четвертой и пятой графах заданы непосредственно уровни инфляции по всем субъектам, действующие во всех периодах. В табл. 6.21 инфляция представлена единым образом для всех субъектов и всех периодов и коэффициентом корректировки структурной инфляции f . На рис. 6.4 представлена зависимость налоговых поступлений от роста структурной инфляции.

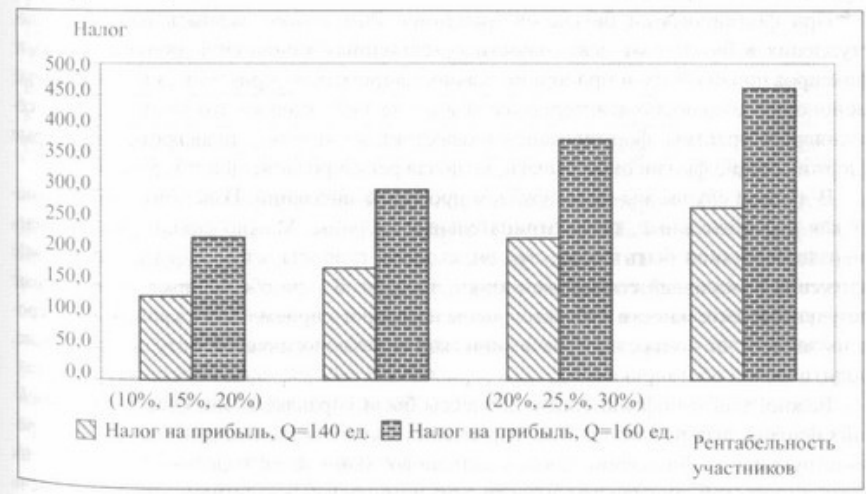


Рис. 6.3. Зависимость налога на прибыль от уровней рентабельности участников и объемов продукции



Рис. 6.4. Зависимость налоговых поступлений от роста структурной инфляции

Из рис. 6.5 видно, что с ростом инфляции растут налоговые поступления. В модели заложено влияние инфляции на уровень цен продукции рассматриваемых субъектов. В силу наличия обратной связи между субъектами, наряду с привнесенной извне системы инфляции, рост цен в субъектах может рассматриваться как внутрисистемный источник инфляции.

При формировании бюджетов (например РФ) можно задавать налоговые поступления в бюджет от деятельности естественных монополий двумя способами: фиксированный объем и пропорционально, например, их прибыли. В первом случае монополии абсолютно заинтересованы в росте инфляции (и это имеет место в сегодняшней практике формирования бюджетов), во втором – появляются некоторые сдерживающие финансовые рычаги, включая регулирование цен и тарифов.

В данном случае мы не обсуждаем проблемы инфляции. Известно, что она имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Можно сказать, что уровень инфляции должен быть таким, что он, с одной стороны, стимулирует финансовые вложения в реальный сектор экономики, а с другой – не обесценивает финансовые результаты деятельности субъектов выше некоторого приемлемого уровня. Этот уровень зависит от конкретной экономической и технологической ситуаций в стране, политической обстановки и т.д.

Важно, чтобы инфляционные процессы были управляемыми. Одним из важнейших финансовых рычагов в этом управлении являются капитальные вложения в реконструкцию и обновление производственных мощностей с целью повышения их технологической производительности и экономической эффективности. Так как речь идет о взаимодействии естественных монополистов, то их роль в инфляционных процессах в целом в экономике РФ очень большая.

В рассматриваемой модели финансового механизма взаимодействия субъектов предусмотрено отражение влияния капитальных вложений на структуру затрат. Капитальные вложения направляются на технологическое перевооружение, результатом которого, прежде всего, является снижение норм расхода материальных ресурсов. В модели это снижение отражается в виде снижения собственных переменных затрат v_{cl} в переменных затратах каждого из субъектов.

В приведенном варианте снижение переменных затрат для УР на 0,05 ед. потребовало в базовом периоде 2,5 ед. капитальных затрат, соответственно для ТС – снижение затрат 0,02 потребовало 0,4 ед. капитальных вложений, а для ЭС соответственно 0,03 ед. и 0,9 ед. Эти капитальные затраты амортизируются за пять периодов.

В табл. 6.22 приведены данные о налоговых поступлениях при одном базовом варианте снижения собственных переменных затрат и двух вариантов, соответствующих увеличению этого снижения в 10 и 20 раз. Данные варианты рассмотрены при уровнях рентабельности субъектов УР, ТС, ЭС соответственно 10%, 15% и 20% в окончательной итерации.

В приведенном варианте снижение переменных затрат для УР на 0,05 ед. потребовало в базовом периоде 2,5 ед. капитальных затрат, соответственно для ТС – снижение затрат 0,02 потребовало 0,4 ед. капитальных вложений, а для ЭС соответственно 0,03 ед. и 0,9 ед. Эти капитальные затраты амортизируются за пять периодов.

Таблица 6.22

Связь налоговых поступлений и капитальных вложений со снижением собственных переменных затрат

Субъекты и показатели	Варианты снижения собственных переменных затрат. Общее изменение – %, по субъектам – ед.		
	1,3	13,0	26
УР	0,05	0,5	1,0
ТС	0,02	0,2	0,4
ЭС	0,03	0,3	0,6
Всего налоговых поступлений	750,3	730,5	780,0
Капитальные вложения	3,8	380,0	1520
Суммарная чистая прибыль	240,1	229,9	228,7

Резкий рост капитальных вложений обусловлен характером заданной функции зависимости: «снижение переменных затрат – капитальные вложения» (парабола). При такой зависимости проявляется точка минимума налоговых поступлений. Суммарная чистая прибыль системы снижается более низкими темпами, чем растут капитальные вложения, что обусловлено большей экономией на собственных переменных затратах. Безусловно, могут быть в реальности и другие зависимости «снижение переменных затрат – капитальные вложения».

В модели приведено достаточно много иных вариантов расчетов, которые иллюстрируются графиками, наглядно характеризующими взаимосвязь рычагов механизма взаимодействия элементов системы.

Можно сделать вывод, что предлагаемый финансовый механизм взаимодействия субъектов в сложной многоэтапной системе, формализованный в виде модели, может служить основой методологического и методического обеспечения финансовых отно-

шений конкретных субъектов хозяйствования. Его можно рекомендовать для разработки политики ценообразования при вертикальном взаимодействии естественных монополий, что входит в задачу, например ЕТО, при координации процесса изменения тарифов, прежде всего, в таких взаимосвязанных отраслях, как энергетика, железнодорожный транспорт и угольная, нефтяная, газовая и другие отрасли промышленности.

Данная принципиальная модель финансового механизма взаимодействия в сложной производственной системе может использоваться для управления различными финансовыми отношениям субъектов, например, в процессе ценообразования. Модель синтезирует финансовые рычаги системы в целом, исходя из основных финансовых показателей участвующих в ней субъектов. Аналитически она не представляет сам механизм, например, синтеза конечной цены.

6.3. Формирование гибких цен на нефть и нефтепродукты в интегрированных производственно-транспортных системах

На политику формирования цен каждого субъекта хозяйствования влияет множество внешних и внутренних факторов. В числе важнейших можно выделить две группы факторов системного характера: интеграционное взаимодействие (преимущественно вертикальное) и неполнота исходной информации при принятии тех или иных хозяйственных решений, включая формирование ценовой политики.

Любой экономический субъект входит хотя бы в одну вертикально и/или горизонтально интегрированную систему. Не всегда интеграция бывает юридически оформлена, но самоорганизация систем «автоматически» предопределяет участие любого субъекта хозяйствования в той или иной цепочке интеграционного горизонтального или вертикального взаимодействия с другими субъектами. Например, экономическое взаимодействие производителя продукции и транспортного оператора или перевозчика уже является экономической интеграцией.

Несмотря на стремительное развитие информационных технологий, надежность информации, обеспечивающей принятие экономических решений, в том числе в сфере ценовой политики, остается низкой. Неполнота информации выдвигает особые требования к качеству (надежности) принимаемых экономических решений. Необходимая надежность обычно достигается за счет резервирования, маневрирования и гибкого реагирования системы на возмущения в ходе реализации решений.

Факторы интеграционного взаимодействия, оказывающие влияние на формирование и реализацию политики цен субъекта хозяйствования, можно разделить на внутренние и внешние, причем последние подразделяют на входные и выходные. Например, фонд оплаты труда, стоимость оборудования и пр. можно отнести к внутренним факторам. Внешние входные факторы проявляются во всей предшествующей технологической цепочке обеспечения предприятия необходимыми ресурсами (сырье, комплектующие изделия, процентные ставки за кредиты и т.д.).

Оценка влияния выходных внешних факторов на ценообразование в «классических» моделях ограничивается, как правило, анализом конкурентной среды. Этот анализ должен быть оперативным, иначе он может оказаться чем-то вроде «света далекой звезды»: когда он будет завершен, рынок уже станет «не тот».

В конце 1980 г. одному из соавторов данной монографии довелось участвовать в разработке крупного проекта по созданию советско-итальянского предприятия по производству полипропилена на базе Томского нефтехимического комбината (ТНХК) с использованием технологии компании «Монт-Эдисон». Финансовое обоснование

проекта проводилось в очень сжатые сроки. На начало разработки проекта на рынках Юго-Восточной Азии действовал режим благоприятствования импорту полипропилена, а в странах Европы ввозные пошлины были достаточно высокими, но к моменту начала реализации проекта азиатские пошлины стали не ниже европейских. С учетом транспортировки продукта за рубеж проект оказался на грани окупаемости. Дальнейшие изменения в кредитной системе бывшего СССР, рост кредитных ставок, цен на металл, стройматериалы и железнодорожные тарифы внутри страны сделали его окончательно нерентабельным.

Низкую надежность данного проекта можно объяснить неполнотой заложенной в разработку проекта начальной информации, касающейся состояния международных рынков и экономических тенденций внутри страны.

Влияние внешних факторов может быть и более «тонким», так что его невозможно объяснить колебанием спроса и предложения. В последние годы продавцы бензина постоянно повышают цены на него, пользуясь монопольным положением в регионах, явным или неявным сговором и пр., и правительство практически не в состоянии повлиять на этот процесс. Поставщики нефти на отечественные нефтеперерабатывающие заводы также начали повышать цены на поставляемую на внутренний рынок нефть, ссылаясь именно на необоснованный, по их мнению, рост цен на бензин. Тем самым нефтяники стремятся приблизить свою норму прибыли к прибыльности рынка бензина, не задумываясь о последствиях.

Очевидно, что чем большее количество технологических переделов, в том числе транспортных и иных услуг, проходит производимый компанией продукт, тем сложнее формирование цены его предложения¹⁰. При этом маневрирование ценой ограничено в силу инерционности заложенных в деятельность компании технологических процессов.

Так, например, интеграция железнодорожного транспорта с морским транспортом приводит к необходимости формирования сквозных тарифов, обеспечивающих приемлемый уровень эффективности обоих участников вертикальной интеграции. Сегодня, по мнению железнодорожников, тарифы на морские перевозки неоправданно завышены¹¹. В условиях постоянного роста цен на энергию это ограничивает маневр в сторону повышения железнодорожных тарифов по экспортным направлениям продвижения грузов через морские порты.

Повышение железнодорожных тарифов может привести к тому, что вместе с отпускной ценой груза, налогами, интермодальными издержками и т.п. конечная цена для потребителя будет неприемлемой. Это вынуждает железнодорожников осуществлять технологический маневр за счет организации маршрутов через сухопутные пограничные переходы. Такой маневр потребует не только проведения организационных движущих мероприятий, но, возможно, и строительства дополнительных железнодорожных путей, терминалов и пр. Риск неосуществимости подобного тарифно-технологического маневра весьма высок.

При вертикальной интеграции цена конечного продукта в большой мере подвержена как влиянию рыночных факторов, так и регулированию их соответствующими инстанциями. В России достаточно много регулирующих инстанций, включая инстанцию федерального уровня, а также их «производные» на региональном уровне.

¹⁰ Например, энергоемкость машиностроения на 70% и более определяется затратами энергии, осуществляемыми на предыдущих этапах производства.

¹¹ Тариф 1 т-км перевозки контейнера морем (так же, как и по железным дорогам Западной Европы) почти на порядок выше, чем по Транссибу.

Чаще всего регулирование сводится к принуждению без использования рыночных механизмов.

Мировая практика имеет богатый опыт применения принудительных и рыночных методов регулирования цен интегрированных монопольных компаний. К примеру, США прошли достаточно долгий путь антимонопольного и антitrustовского законодательства, истоки которого лежат в антitrustовском законе Шермана 1890 г.

Практика выработала такие направления вмешательства государства (США) в деятельность монополий, как высокие налоги на прибыль для ее сокращения; контроль над ценами для сдерживания инфляции и для давления на цены в высококонцентрированных отраслях; установление государственной собственности на монополии; государственное регулирование промышленности, которое позволяет наблюдать за ценами; специальная антitrustовская политика. Целью вмешательства, как правило, является создание среды для свободной конкуренции, устранение ценовой дискриминации, лидерство в ценах, при котором крупная компания имеет возможность активно влиять на цену или даже устанавливать ее на рынке. Такой подход называют огульной антitrustовской политикой. В отличие от американского британское законодательство оценивает коллективные соглашения и слияния с точки зрения общественных интересов, баланса их достоинств и недостатков.

Наибольший вклад в стоимость конечного продукта интегрированной системы приносят цены ресурсов первого этапа. Это объясняется тем, что в цене конечного продукта в большей мере по сравнению с другими этапами имеют вес мультипликаторы рентабельности (доходности) и технологичности.

Формирование цен в производственно-транспортной системе, когда каждый из участников склонен сознательно увеличивать цену на своем участке движения товара, не способствует эффективному функционированию и развитию как самой интегрированной системы, так и ее участников, а значит, регионов и страны в целом. Формирование и регулирование цен и тарифов в интегрированных системах должно осуществляться с целью достижения общесистемного эффекта, который не должен входить в противоречие с интересами каждого из участников интеграции.

Рассмотрим пример экономико-математической модели формирования политики цен применительно к многоэтапной производственно-транспортной системе, связанной с продвижением нефти с целью ее переработки и реализации нефтепродуктов. Система состоит из укрупненных элементов: нефтедобыча – транспорт нефти – нефтепереработка – экспорт нефтепродуктов – оптовое потребление нефтепродуктов. Схема взаимодействия участников данной производственно-транспортной системы представлена на рис. 6.5.

Среди массы факторов, влияющих на финансовые показатели (доход, прибыль, рентабельность и др.) данной производственно-транспортной системы в целом и ее элементов в отдельности, определяющими являются цены на сырую нефть и нефтепродукты, которые подвержены случайным воздействиям.



Рис. 6.5. Схема взаимодействия субъектов производственно-транспортной системы

В последние годы на мировом энергетическом рынке растет цена на нефть. Этому способствуют события политического, экономического, социального и военного характера. Сильное влияние на ценообразование оказывают крупные и организованные «игроки» мирового рынка.

Высокие цены на нефть подталкивают российских нефтепроизводителей активно изыскивать дополнительные возможности для увеличения ее экспорта. Сейчас экспортные возможности российского трубопроводного транспорта практически исчерпаны. Быстрое увеличение экспорта нефти можно обеспечить наращиванием объемов перевозок железнодорожным и морским транспортом, но и здесь возможности российской транспортной системы безграничны.

Можно считать, что российский рынок сырой нефти в некоторой степени либерализован и соответствующим образом реагирует на ценовые тенденции мирового нефтяного рынка, но изменение цены нефти на мировом рынке не является основной причиной изменения внутренних цен на нее. Вполне очевидно, что на формирование цен внутреннего рынка оказывают влияние природные (горно-геологические) и социально-экономические факторы. Несмотря на это, будем считать, что периодические колебания (чаще – повышение) цены на нефть на внутреннем рынке являются «тенью» колебаний цен мирового рынка.

Заметим, что подавляющее большинство контрактов внутреннего рынка по продаже нефти нефтепроизводителями перерабатывающим предприятиям заключается вертикально интегрированными компаниями, а значит, используются трансфертные цены. Поэтому о повышении цены нефти на внутреннем рынке можно говорить условно и считать, что ценообразующие факторы в конечном итоге сказываются на ценах выходящего из системы нефтепродукта.

На каждом этапе технологического передела исходного сырья в многоэтапной системе нефтепереработки наблюдается «мультипликативный эффект» повышения

цен. Рост цен на нефтепродукты отражается в росте цен продукции отраслей, прямо или косвенно использующих нефтепродукты. Множество ценообразующих факторов в этой цепочке, в том числе цена на нефть, являются основой инфляции затрат.

Среди факторов, непосредственно влияющих на цены нефтепродуктов, можно назвать собственные затраты перерабатывающих предприятий, сезонные колебания цен, монопольный характер рынка, неразвитость механизмов конкуренции и слабость антимонопольного законодательства. Высказываются разные мнения по поводу удержания цен на нефтепродукты (а по цепочке – и цен на многие товары массового потребления) на определенном уровне – от «мягкого» контроля цен антимонопольными структурами до более «жестких» мер – административного регулирования и фиксации.

В любом случае уровень цен и объем покупки нефтепродуктов на внутреннем рынке правомерно описывать в рамках закона спроса и предложения. Например, в результате высоких цен на бензин осуществляется перевод общественного транспорта на более дешевое газовое топливо, в результате чего падает потребление бензина.

В этих условиях решения нефтеперерабатывающих производственно-транспортных систем по объемам и ценам выпускаемой продукции должны учитывать фактор повышения (колебания) цены на нефть мирового рынка, а значит, с учетом вышеприведенных оговорок, и закупочных цен. Рост закупочных цен нефти ведет к увеличению затрат и к ответным действиям системы по повышению цен на нефтепродукты. Однако необходимо придерживаться рыночного спроса на нефтепродукты, а действия по увеличению цен на них могут привести к уменьшению объема продаж.

Понятно, что в данной ситуации при формировании основных показателей деятельности (прибыль, доход, затраты, рентабельность, объем переработки и др.) возможны различные стратегии как нефтеперерабатывающей производственно-транспортной системы в целом, так и ее отдельных элементов. Известно, что основными рычагами управления этими показателями являются объемы производства, цены реализации и тарифы транспортировки. Весьма актуальна задача формирования гибких цен, отвечающих платежеспособному спросу со стороны конечного потребителя на «выходе» из системы. От цен конечного этапа в существенной мере зависят и цены промежуточных, для которых конечный этап является «рынком».

Рассмотрим механизм формирования гибких равновесных цен на нефтепродукты при планировании деятельности условной производственно-транспортной системы, состоящей из элементов: нефтедобыча – транспорт нефти – нефтепереработка – транспорт нефтепродуктов – потребление нефтепродуктов. Функционирование системы рассмотрим на основе оптимизационной экономико-математической модели с учетом требований надежности и адаптивности [115].

Таблица 6.23

Матрица условий функционирования нефтеперерабатывающего комплекса

Нефтедобыча	НДР-1				НДР-2				
Цены на нефть	prN_1^n				prN_2^n				
Транспорт нефти	ТН-1				ТН-2				
Тариф транспорта нефти, у.е./тыс. т	20				35				
Нефтепереработка	НПЗ-1				НПЗ-2				
Технологии переработки нефти	$x_1^{n,1}$	$x_2^{n,1}$	$x_3^{n,1}$	$x_4^{n,1}$	$x_1^{n,2}$	$x_2^{n,2}$	$x_3^{n,2}$	$x_4^{n,2}$	$x_5^{n,2}$

Мощности НПЗ-1	1	1	1	1						$\leq M_j^{n,1}$
Мощности НПЗ-2					1	1	1	1	1	$\leq M_j^{n,2}$
Нефть НДР-1	1	1	1	1						$\leq Q_1^n$
Нефть НДР-2					1	1	1	1	1	$\leq Q_2^n$
Светлые нефтепродукты	0,30	0,40	0,75	0,80	0,10	0,30	0,50	0,60	0,75	$= S^n$
Темные нефтепродукты	0,70	0,60	0,25	0,20	0,90	0,70	0,50	0,40	0,25	$= T^n$
Собственные удельные затраты технологий, у.е./тыс. т	65	70	75	90	60	70	75	85	70	
Цены завода на нефтепродукты	pr_S^n – светлого; pr_T^n – темного									
Транспорт нефтепродуктов	ТП-1				ТП-2					
Тариф транспорта нефтепродуктов, у.е./тыс. т	$trP_S^{n,1}$ = 30	$trP_T^{n,1}$ = 30	$trP_S^{n,2}$ = 60	$trP_T^{n,2}$ = 60						
Потребление нефтепродуктов	П-1				П-2					
Цены на нефтепродукты у потребителя	$pr_S^{n,1}$	$pr_T^{n,1}$	$pr_S^{n,2}$	$pr_T^{n,2}$	ЗАКОН СПРОСА					
Объем реализации потребителям	$S^{n,1}$	$T^{n,1}$	$S^{n,2}$	$T^{n,2}$						

Цены и объемы производства нефтепродуктов формируются с целью максимизации прибыли как системы в целом, так и основного ее элемента в технологической цепи – нефтеперерабатывающего предприятия. При этом задается определенный уровень надежности системы на этапе нефтепереработки. На систему воздействует целый спектр неблагоприятных факторов внешней среды, где один из главных – цена на нефть. Здесь проявляется риск цены: расхождение между фактической (сформированной) ценой и ожидаемой, которая должна была бы, по расчетам, обеспечить высокоэффективную деятельность системы, в данном случае – высокую прибыль. Сценарии задачи формируются экспертно, исходя из вероятных колебаний цены на сырую нефть на внутреннем рынке.

В систему входят два нефтедобывающих района (НДР) – НДР-1 и НДР-2. Нефтеперерабатывающий завод (НПЗ), который работает по двум группам технологий (НПЗ-1 и НПЗ-2). Транспортровка нефти производится двумя перевозчиками ТН-1 и ТН-2, соответственно, от НДР-1 и НДР-2 к НПЗ. Первая группа технологий использует ресурс нефти НДР-1, вторая – НДР-2. Два вида нефтепродуктов, «темные» и «светлые», реализуются оптовым потребителям П-1 и П-2. Доставку нефтепродуктов осуществляют перевозчики ТП-1 и ТП-2, соответственно, от НПЗ к оптовым потребителям П-1 и П-2 (табл. 6.23).

Критерий максимизации «средняя» по всем сценариям прибыль НПЗ (разность дохода от реализации нефтепродуктов и затрат на их производство, транспорт нефти и нефтепродуктов). Оценка надежности производится по показателю вероятности достижения «средней» прибыли НПЗ заданного ее уровня.

Обозначим через:
 $H = \{n\} = \{0, 1, 2, 3\}$ – множество сценариев развития НПК, где $n = 0$ – центральный сценарий;

$K = \{k\} = \{1, 2\}$ – множество НДР;

$L = \{l\} = \{1, 2\}$ – множество перевозчиков нефти ТН;

$I = \{i\} = \{1, 2\}$ – множество групп технологий НПЗ;

$J = \{j\} = \{J_1\} = \{J_1 \cup J_2\} = \{1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 2\}$ – множество технологических способов, где J_i – множество технологий i -й группы;

I_k – множество технологий, использующих ресурс k -го НДР, $I_1 = \{1, 2, 3, 4\}$?

$I_2 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$;

$R = \{r\} = \{1, 2\}$ – множество перевозчиков нефтепродуктов ТП;

$V = \{v\} = \{1, 2\}$ – множество потребителей нефтепродуктов П.

Искомые параметрами (переменные) модели являются:

$x_j^{n,i}$ – интенсивность j -й технологии i -й группы по сценарию n (далее: j из i по n);

pr_S^n (pr_T^n) – цена завода реализации светлого (темного) нефтепродукта по сценарию n (далее: по n).

Определим коэффициенты:

$dx_j^{n,i}$ – ограничения на «активный» маневр технологии $x_j^{n,i}$;

p_n – вероятность n -го сценария развития, где $\sum p_n = 1$.

Коэффициенты целевой функции – критерия оптимальности:

$S_j^{n,i}$ ($t_j^{n,i}$) – коэффициент выпуска светлых (темных) нефтепродуктов по единичной мощности j из i по n ;

$c_j^{n,i}$ – собственные удельные затраты производства нефтепродуктов по j из i по n ;

$c_j^{const,n,i}$ – условно-постоянные затраты производства нефтепродуктов по j из i по n ;

prN_k^n – цена на нефть k -го НДР по n ;

trN_l^n – тариф на транспорт нефти перевозчиком l по n ;

$trP_S^{n,r}$ ($trP_T^{n,r}$) – тариф на транспорт светлого (темного) нефтепродукта перевозчиком r по n ;

$pr_S^{n,v}$ ($pr_T^{n,v}$) – цена продажи v -му потребителю светлого (темного) нефтепродукта по n .

Определим следующие правые части ограничений:

$M_j^{n,i}$ – мощность j из i по n ;

Q_k^n – объем ресурса k -го НДР по n ;

S^n (T^n) – объем выпуска светлого (темного) продукта по n ;

$S^{n,v}$ ($T^{n,v}$) – объем реализации v -му потребителю светлого (темного) нефтепродукта по n .

Ограничениями задачи являются:

$\sum_{(i,j) \in I_k} x_j^{n,i} \leq Q_k^n$ – ограничение ресурса нефти k -го НДР по n ;

$x_j^{n,i} \leq M_j^{n,i}$ – ограничение мощностей j из i по n ;

$\leq M^{n,2}$ – ограничение по выпуску светлого нефтепродукта по n ;

$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_j^{n,i} \cdot x_j^{n,i} = T^n$ – ограничение по выпуску темного нефтепродукта по n ;

$S^n = \sum_{v \in V} S_v^n$ – баланс объема выпуска светлого продукта – объем реализации по n ;

$T^n = \sum_{v \in V} T_v^n$ – баланс объема выпуска темного продукта – объем реализации по n ;

$dx_j^{n,i} \cdot x_j^{0,i} \geq x_j^{n,i}$ – ограничения на маневр по технологическим способам по n , $n \in I \setminus \{0\}$.

Вспомогательные соотношения:

$\sum_{(i,j) \in I_k} x_j^{n,i} = Q_k^n$ – фактически использованный объем нефти k -го НДР по n ;

$pr_S^{n,v} = pr_S^n + trP_S^{n,r}$ – формирование цены продажи v -му потребителю светлого продукта по n , $v = r$;

$pr_T^{n,v} = pr_T^n + trP_T^{n,r}$ – формирование цены продажи v -му потребителю темного продукта по n , $v = r$;

Критерий оптимальности производственно-транспортной системы:

$$\sum_{n \in N} p_n \cdot P^n = \sum_{n \in N} p_n \cdot \{ pr_S^n \cdot \sum_{i \in I, j \in J} s_j^{n,i} \cdot x_j^{n,i} + pr_T^n \cdot \sum_{i \in I, j \in J} t_j^{n,i} \cdot x_j^{n,i} - \sum_{i \in I, j \in J} ((prN_{(i-k)}^n + c_j^{n,i}) \cdot x_j^{n,i} + c_j^{const,n,i}) -$$

$$- \sum_{r \in R} (trP_S^{n,r} \cdot S^{n,r(v)} + trP_T^{n,r} \cdot T^{n,r(v)}) - \sum_{l \in L} trN_l^n \cdot Q_{l=(k)}^n \} \longrightarrow \text{MAX}_{x_j^{n,i}, pr_S^n, pr_T^n}$$

Критерием оптимизации при данном варианте расчетов мы принимаем «среднюю» по всем сценариям прибыль НПЗ. Она находится как математическое ожидание разности – дохода от реализации светлых и темных нефтепродуктов и затрат производства и транспорта нефтепродуктов, затрат транспорта нефти. При этом затраты на производство включают компоненту собственных переменных и постоянных затрат и компоненту затрат на нефть.

Потребности у потребителей в темных и светлых нефтепродуктах задаются по закону спроса. Предположим, что законы спроса одинаковы для потребителей и задаются графиками зависимости объема от цен на темные $T^{n,v}$, $pr_T^{n,v}$ и светлые $S^{n,v}$, $pr_S^{n,v}$ нефтепродукты (рис. 6.6).

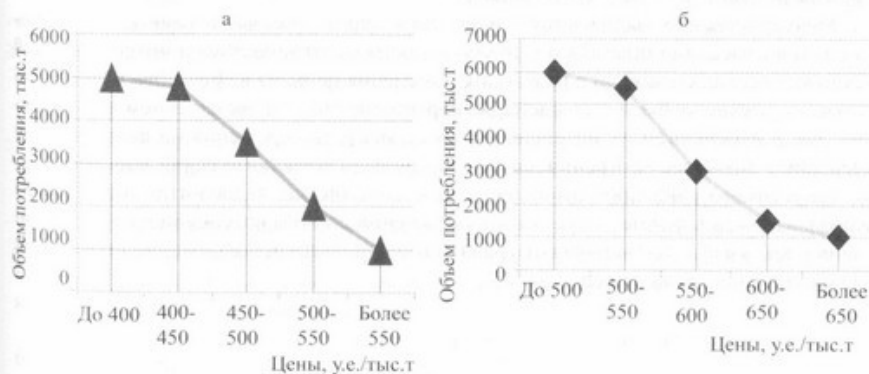


Рис. 6.6. Зависимость спроса на темные (а) и светлые (б) нефтепродукты у потребителей от цены

Законы спроса задаются зависимостью объема нефтепродуктов от их цены, функция которых имеет кусочно-постоянный вид. Матрица значений цена/объем представлена в табл. 6.24.

Таблица 6.24

Табличный вид законов спроса

Объем продаж, тыс. т	Диапазон цены продажи, у.е./тыс.т						
	До 400	400 – 450	450 – 500	500 – 550	550 – 600	600 – 650	более 600
Светлые продукты	–	–	6000	5500	3000	1500	1000
Темные продукты	5000	4800	3500	2000	1000	–	–

Рассматриваются четыре сценария развития нефтеперерабатывающего комплекса; цены на нефть по сценариям и их вероятности задаются в табл. 6.25.

Таблица 6.25

Формирование сценариев по цене на нефть, у.е./тыс. т

Показатели	Сценарий 0 (центр.)	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Цена на нефть НДС-1	210	300	350	110
Цена на нефть НДС-2	200	290	330	100
Вероятность сценария, %	45	30	20	5

В условиях задачи принято, что тарифы перевозчиков, коэффициенты выпуска светлых и темных нефтепродуктов, собственные удельные затраты и условно-постоянные затраты производства нефтепродуктов являются постоянными по всему спектру сценариев.

Результаты решения задачи оптимизации с учетом требований надежности и адаптивности (надежностная оптимизация) по интенсивностям технологических способов производства нефтепродуктов и заводским ценам на них представлены в табл. 6.26. Приведены корректировки изменения интенсивностей технологий и цен при совершении экономического маневра.

Маневрирование заключается в изменении цен на светлые и темные нефтепродукты и в изменении объемов и структуры производства (состава и интенсивностей технологических способов) в результате изменения цены на нефть. При этом маневрирование технологиями n -го сценария ограничивается как включением их в решение, так и изменением их интенсивностей относительно решения по центральному сценарию. Возможен неограниченный «пассивный» технологический маневр в форме допустимого снижения интенсивности использования технологии. «Активный» маневр заложен в форме допустимого увеличения до 80% интенсивности использования технологий n -го сценария от уровня интенсивности использования технологий, вошедших в центральный сценарий.

Таблица 6.26

Интенсивности технологических способов (тыс. т) и цены (у.е./тыс. т) на нефтепродукты и их корректировка по сценариям

Сценарии	Цены на продукты		Интенсивности технологий								
	pr_s^n	pr_t^n	$x_1^{n,1}$	$x_2^{n,1}$	$x_3^{n,1}$	$x_4^{n,1}$	$x_1^{n,2}$	$x_2^{n,2}$	$x_3^{n,2}$	$x_4^{n,2}$	$x_5^{n,2}$
Надежное решение по сценариям											
0	520	470	1667	1329	3000	3005	463	0	2537	0	2000
1	520	520	133	958	3000	5408	0	0	0	0	2000
2	570	520	833	0	3000	0	833	0	833	0	2000
3	470	420	3000	2392	3000	5075	833	0	3500	0	2000
Корректировки от решения центрального сценария											
1	0	50	-1533	-370	0	2404	-463	0	-2537	0	0
2	50	50	-833	-1329	0	-3005	370	0	-1704	0	0
3	-50	-50	1333	1063	0	2070	370	0	963	0	0
Корректировки от решения центрального сценария, %											
1	0	11	-92	-28	0	80	-100	0	-100	0	0
2	11	11	-50	-100	0	-100	80	0	-67	0	0
3	-10	-11	80	80	0	69	80	0	38	0	0

В результате маневрирования происходит выбор оптимального соотношения цены нефтепродукта и его объема для максимизации прибыли нефтеперерабатывающей системы. Маневры с помощью цен и интенсивностей технологий взаимообусловлены заданной зависимостью спроса, при этом ограничением в маневрировании ценами служит только функция спроса.

Маневрирование технологиями можно условно назвать «жестким» («тяжелым») маневрированием – здесь задаются более сильные условия на изменение параметров относительно центрального сценария в сторону значений по n -му сценарию. Маневрирование ценами и тарифами является «мягким» («легким») маневрированием, переход от центрального сценария к n -му совершить проще (см. табл. 6.26).

Можно заметить, что решение центрального сценария содержит некоторое «устойчивое ядро» – инерционную часть переменных, в данном случае – технологические способы $x_3^{n,1}$ и $x_5^{n,2}$. Устойчивое ядро стабильно вне зависимости от проявления случайных факторов (возмущений) в виде цены на нефть. Также выделяется «зона гибкости» – маневренная часть переменных, которая берет на себя реакцию на возмущения посредством маневрирования.

С ростом ширины допустимого активного маневрирования (более 80%) ядро инерционности (стабильных технологий) расширяется. Это объясняется тем, что остальные технологии могут брать на себя в большей мере компенсацию неблагоприятных возмущений, освобождая «дорогу» стабильным, более эффективным технологиям. Для устойчивого ядра возможно формирование жесткого плана его работы и получение конкретных результатов.

Объемы и цены (с учетом транспортного тарифа) продаж нефтепродуктов потребителям по сценариям представлены в табл. 6.27.

Таблица 6.27

Объемы (тыс. т) и цены (у.е./тыс. т) продажи нефтепродуктов потребителям по сценариям

Показатели	Сценарий 0 (центральный)		Сценарий 1		Сценарий 2		Сценарий 3	
	Цены продажи нефтепродуктов							
	$pr_S^{0,v}$	$pr_T^{0,v}$	$pr_S^{1,v}$	$pr_T^{1,v}$	$pr_S^{2,v}$	$pr_T^{2,v}$	$pr_S^{3,v}$	$pr_T^{3,v}$
П-1, v = 1	550	500	550	550	600	550	500	450
П-2, v = 2	580	530	580	580	630	580	530	480
Объемы продажи нефтепродуктов								
	$S^{0,v}$	$T^{0,v}$	$S^{1,v}$	$T^{1,v}$	$S^{2,v}$	$T^{2,v}$	$S^{3,v}$	$T^{3,v}$
П-1, v = 1	5500	3500	5500	2000	3000	2000	6000	4800
П-2, v = 2	3000	2000	3000	1000	1500	1000	5500	3500
П-1 + П-2	8500	5500	8500	3000	4500	3000	11500	8300

В результате расчетов по модели рассчитываются экономические показатели нефтеперерабатывающего завода (табл. 6.28).

Таблица 6.28

Экономические показатели НПЗ по сценариям, тыс. у.е.

Сценарии	Доход от реализации продуктов		Общие затраты на нефть	Собственные переменные и постоянные затраты	Затраты транспорта нефтепродуктов	
	светлых	темных			светлых	темных
	1	2				
n	$pr_S^n \cdot S^n$	$pr_T^n \cdot T^n$	$\sum_{i,j} pr N_i^n \cdot x_j^{n,j}$	$\sum_{i,j} (c_j^{n,d} \cdot x_j^{n,d} + c_j^{n,c} \cdot x_j^{n,c})$	$\sum_r tr P_S^{n,r} \cdot S^{n,r}$	$\sum_r tr P_T^{n,r} \cdot T^{n,r}$
0	4420	2585	2890	1055	345	225
1	4420	1560	3430	927	345	120
2	2565	1560	2552	532	180	120
3	5405	3486	2115	1497	510	354

Продолжение таблицы 6.28

Экономические показатели НПЗ по сценариям, тыс. у.е.

Затраты транспорта нефти	Общие показатели		
	доход	затраты	прибыль
7	8	9	10
$\sum_{i=L} tr N_i^n \cdot Q_i^n$	Графы 1+2	Графы 3+4+5+6+7	Графы 8-9
355	7005	4870	2135
260	5980	5082	898
205	4125	3588	537

Затраты транспорта нефти	Общие показатели		
	доход	затраты	прибыль
7	8	9	10
491	8891	4966	3925

$$\text{Показатель } H = \frac{P_0 \cdot P^0 + \sum_{n \in N^0} P_n \cdot P^n}{P^0} = 72\% \text{ позволяет оценить уровень надежности системы по достижению значения целевой прибыли центрального сценария.}$$

Если уровень надежности находится на неприемлемом уровне, могут быть рекомендованы дополнительные, помимо изменения цен и интенсивностей, способы маневрирования, например, использование взаимозамен, введение предусмотренного заранее резерва (запаса) нефти и/или нефтепродукта и др.

Возможности практического использования данной модели могут быть расширены за счет детализации представленных в ней крупных элементов. Так, доставка нефти и нефтепродуктов может осуществляться различными способами – трубопроводным, железнодорожным и автомобильным транспортом. Возможна детализация и дополнение системы за счет транспорта и реализации нефти и нефтепродуктов на экспорт.

Помимо прибыли нефтеперерабатывающего завода и оценки уровня ее надежности, критерии и/или уровни эффективности (например, рентабельности) функционирования и развития системы могут задаваться как по системе в целом, так и по ее отдельным элементам (нефтедобыча, транспорт нефти, транспорт нефтепродуктов).

Эффективность производственно-транспортной системы может быть оценена по таким показателям деятельности системы и ее элементов, как доход, объем переработки ресурса и выпуска продукции, рентабельность, инвестиции, цена конечного продукта, налоговые платежи и др. При этом согласованная стратегия и тактика системы и ее элементов в области ценообразования должна заключаться в создании гибкого механизма формирования цен и тарифов, позволяющего достигать определенных целевых значений этих показателей в условиях изменения влияющих на систему факторов внешней и внутренней среды. На практике учет характеристик маневренности системы в области цен и тарифов состоит в детализации и описании процедур действия системы в области ценовой тактики с учетом изменения внутренней среды и внешнего окружения.