

На правах рукописи

УДК 519.876.2



КУРОПАТКИН МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ

**Модели и методы мотивационного
управления в сельскохозяйственных
производственных корпорациях**

**Специальность 05.13.10 – управление в социальных
и экономических системах**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Воронеж – 2005

Работа выполнена в Институте проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН

Научные руководители: доктор экономических наук, профессор
Нижегородцев Р.М.
доктор технических наук, профессор
Новиков Д.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Курочка П.Н.
кандидат физико-математических наук,
доцент **Азарнова Т.В.**

Ведущая организация - Воронежская государственная
технологическая академия

Защита состоится 9 ноября 2005 г. в 12⁰⁰ час. на заседании диссер-
тационного совета К 212.033.01 при Воронежском государственном
архитектурно-строительном университете по адресу:
394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, а. 3220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского
государственного архитектурно-строительного университета.

Автореферат разослан 7 октября 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Чертов В.А.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Одними из главных участников рынка сельскохозяйственной продукции являются сельскохозяйственные производственные корпорации (СПК), которые включают в себя цепочку: закупка или выращивание сырья, производство конечной продукции и реализация продукции потребителям. Такие корпорации объединяют большое количество компаний (фирм), выступающих самостоятельными юридическими лицами, и потому нуждаются в разработке механизмов мотивационного управления (процедур принятия решений, согласующих интересы всех участников), что обуславливает актуальность темы диссертационной работы.

Цель работы состоит в разработке моделей и методов эффективного мотивационного управления в сельскохозяйственных производственных корпорациях.

Достижение поставленной цели требует решения следующих **основных задач**:

Выявление специфики сельскохозяйственных производственных корпораций как объектов управления; формулировка и классификация задач мотивационного управления в сельскохозяйственных производственных корпорациях.

Разработка и исследование моделей и методов (механизмов) мотивационного управления в сельскохозяйственных производственных корпорациях, включая:

- механизмы стимулирования сотрудников отдела снабжения;
- механизмы экономической мотивации;
- механизмы стимулирования сотрудников отдела реализации;
- механизмы взаимодействия заводов с хозяйствами;
- механизмы конкуренции за возможность переработки сырья.

Внедрение разработанных моделей и методов в практику управления реальными сельскохозяйственными производственными корпорациями.

Основным методом исследования является математическое моделирование с использованием подходов и результатов теории активных систем, системного анализа, теории принятия решений и исследования операций.

Научная новизна работы. В результате проведенных исследований выявлена специфика мотивационного управления в сельскохозяйственных производственных корпорациях, сформулированы и классифицированы задачи управления. Разработан комплекс моделей и методов мотивационного управления, охватывающих все многообразие аспектов функционирования сельскохозяйственных производственных корпораций, включающий:

Неманипулируемый механизм стимулирования сотрудников отдела снабжения, обеспечивающий их стремление к точному предсказанию прогнозной

цены и к минимизации цены закупки.

Механизмы экономической мотивации заводов со стороны корпоративного центра: механизм отчислений (налог на доход), централизованный механизм; механизм с нормативом рентабельности, механизм участия в прибыли. Получены оценки сравнительной эффективности этих механизмов.

Неманипулируемый механизм взаимодействия корпоративного центра со службой сбыта при принятии решений о закупке продукции или ее производстве подразделениями корпорации.

Неманипулируемый механизм распределения инвестиций между хозяйствами.

Механизм конкуренции за возможность переработки сырья на стороннем заводе.

Практическая значимость. Результаты диссертационной работы позволяют разрабатывать, обосновывать и применять механизмы эффективного мотивационного управления в сельскохозяйственных производственных корпорациях.

Реализация результатов работы. Эффективность использования разработанных в диссертационной работе моделей и методов мотивационного управления в корпорации ГК РУСАГРО подтверждена актом о внедрении.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались на семинарах Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (2002-2005), Научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных наук» (Долгопрудный, 2002), Международной конференции по управлению проектами (Москва, 2003), Международных научно-практических конференциях «Современные сложные системы управления» (Тверь, 2004; Воронеж, 2005, Краснодар, 2005).

Публикации. По теме диссертационной работы автором опубликовано 9 печатных работ общим объемом 9,2 печатных листов.

Личный вклад. Все основные результаты получены автором.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 135 страниц текста, 33 рисунка, 5 таблиц и приложения. Библиография включает 126 наименований.

Содержание работы

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертационной работы, определяется цель исследования, характеризуются используемые методы, и описывается структура работы.

Первая глава диссертационной работы состоит из трех разделов.

В разделе 1.1 проанализированы известные подходы к определению кор-

порации и корпоративного управления, кратко рассмотрены причины появления корпораций. Также проведено общее описание проблем корпоративного управления и известных способов их решения.

В разделе 1.2 приведена общая схема сельскохозяйственной производственной корпорации. Затем сформулированы и пояснены ее ключевые особенности (табл. 1).

Таблица 1

*Специфика деятельности
сельскохозяйственных производственных корпораций*

<i>№</i>	<i>Описание</i>
Снабжение	
1	Для снабженческих компаний, закупающих сырье за рубежом характерно малое количество видов закупаемого сырья, малое количество поставщиков и, как следствие, такая компания одна на всю корпорацию.
2	Снабженческие компании, занимающиеся закупкой материалов, не относящихся к основной производственной цепочке, как правило, невелики, и затраты данных компаний не вносят существенной доли в оборот корпорации.
3	Для сельскохозяйственных производственных корпораций характерно наличие небольшое количество видов основного перерабатываемого сырья.
4	Стоимость заграничного сырья намного дороже, чем стоимость аналогичного отечественного сырья.
Выращивание с/х продукции	
5	Основная масса хозяйств (в том числе и конкурирующие, и сторонние) территориально близки друг к другу.
6	Сезонность производства сырья в хозяйствах требует либо наличия больших хранилищ, либо частичной работы с заграничным сырьем.
Переработка	
7	Большинство заводов (и заводы конкурентов, и сторонние заводы) территориально располагаются в областях выращивания сельскохозяйственной продукции.
8	Как правило, завод является отдельной компанией (юридическим лицом).
9	Заводы работают круглый год без длительных перерывов.
Сбыт	
10	Большинство сельскохозяйственных производственных корпораций вынуждено самостоятельно решать сложную задачу транспортировки готовой продукции с заводов к месту реализации.
11	Некоторая доля спроса на сельскохозяйственную продукцию приходится на производственные компании и не подвержена сезонным колебаниям. Оставшаяся часть спроса приходится на массового потребителя (домохозяйства) и в зависимости от вида сельскохозяйственной продукции может быть как подвержена сезонным колебаниям, так и не подвержена им.

В разделе 1.3 приведена модель рассматриваемой в работе сельскохозяйственной производственной корпорации (рис. 1) и сформулированы основные задачи управления (соответствующие цифры указаны на рис. 1):

- управление снабженческой компанией (1),
- управление деятельностью собственных заводов (2),
- управление сбытовой компанией (3),
- управление взаимодействием с хозяйствами (4),
- управление взаимодействием со сторонними заводами (5),

а также показана полнота охвата ими деятельности всей корпорации. Эти задачи решаются во второй главе диссертации (табл. 2), состоящей из пяти разделов.

Таблица 2

*Соответствие между задачами и механизмами
управления сельскохозяйственной производственной корпорацией*

<i>Задача</i>	<i>Механизм экономической мотивации</i>	<i>Раздел</i>
Управление снабженческой компанией	Механизмы стимулирования сотрудников отдела снабжения	2.1
Управление деятельностью собственных заводов	Механизмы экономической мотивации	2.2
Управление сбытовой компанией	Механизмы стимулирования сотрудников отдела реализации	2.3
Управление взаимодействием с хозяйствами	Механизмы взаимодействия завода с хозяйствами	2.4
Управление взаимодействием со сторонними заводами	Механизмы конкуренции за возможность переработки сырья	2.5

Во второй главе диссертационной работы осуществляется разработка и исследование моделей и механизмов (процедур принятия управленческих решений) управления различными областями деятельности сельскохозяйственной производственной корпорации.

В разделе 2.1 рассмотрена задача стимулирования сотрудников отдела снабжения. Для этой задачи предложен неманипулируемый механизм стимулирования, обеспечивающий одновременно стремление сотрудников отдела снабжения к точному предсказанию прогнозной цены и минимизацию цены закупки.

Модель включает два периода времени. В первый период производится планирование. В этом периоде служба снабжения (далее – активный элемент – АЭ) предсказывает цену сырья, за которую АЭ во втором периоде сможет приобрести сырье (p_{np} – прогнозная цена). Считается, что служба снабжения

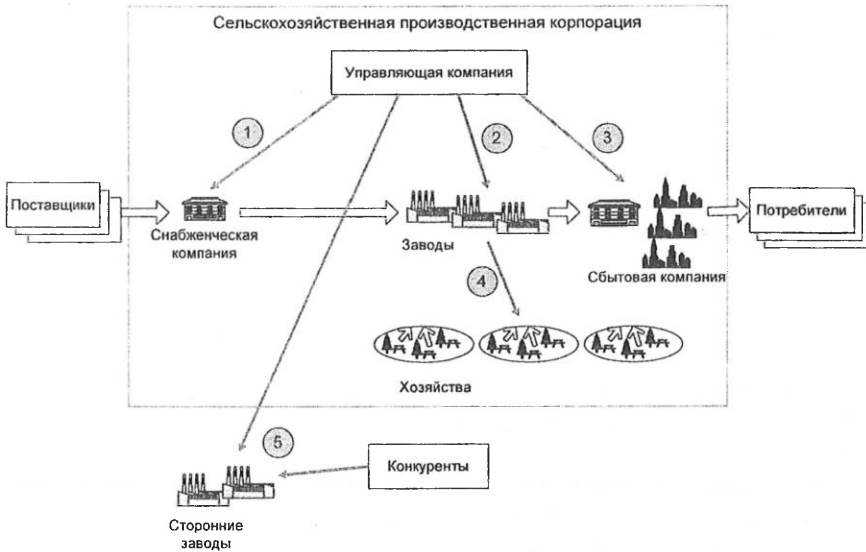


Рис. 1. Структура компаний сельскохозяйственной производственной корпорации и позиции задач управления

имеет некоторое представление о прогнозной цене p_{np}^0 . Таким образом, в первом периоде служба снабжения должна выбрать прогнозную цену p_{np} . Во втором периоде сложившийся рынок позволяет службе снабжения понять, по какой цене можно приобрести сырье (то есть рынок указывает границы для цены приобретения сырья: диапазон $[p_{Э_{min}}; \infty)$). После этого АЭ принимает решение о том, по какой цене реально он будет приобретать сырье ($p_{Э}$). Компания (далее центр) стремится к получению истинного представления о прогнозной цене и к минимизации цены закупки во втором периоде:

$$\begin{cases} p_{Э} \rightarrow \min, \\ p_{np} \rightarrow p_{np}^{0*} \end{cases}$$

Будем считать, что потери центра при неточности предсказания или завышении цены закупки существенно больше затрат на стимулирование.

Общая цель – построить механизм стимулирования, который бы позволял центру получать на первом этапе истинное представление АЭ о будущей ситуации на рынке, а на втором этапе делал выгодным для АЭ покупать сырье по наименьшей цене.

Рассматриваются два механизма стимулирования: «от прогнозной цены» и «от средней цены на рынке».

Рассмотрим механизм стимулирования «от прогнозной цены», состоящий из двух частей и задающийся следующей формулой:

$$\sigma = \beta(p_{np} - p_{\exists}) - \alpha|p_{np} - p_{\exists}|, \quad (1)$$

где α и β – положительные константы.

В механизме «от средней цены на рынке», стимулирование привязано к некоторой независимой от действий АЭ величине, например, к средней цене сырья на рынке (p_{cp}). То есть, второй механизм стимулирования записывается следующим образом:

$$\sigma = \beta(p_{cp} - p_{\exists}) - \alpha|p_{np} - p_{\exists}|. \quad (2)$$

Результаты, полученные для вышеописанных механизмов стимулирования, представлены в таблице 3. В данной таблице для каждого соотношения α и β верхняя строка отвечает на вопрос «обеспечивает ли механизм стремление к точному предсказанию цены», а нижняя строка – на вопрос «обеспечивает ли механизм минимизацию цены закупки».

Утверждение 1. Механизмы стимулирования сотрудников отдела снабжения (1) и (2) обладают свойствами, приведенными в табл. 3.

Таким образом, можно сделать вывод, что механизм стимулирования «от средней цены на рынке» для $\beta > \alpha$ оказывается неманипулируемым и позволяет добиться выполнения обеих целей стимулирования.

В разделе 2.2 рассмотрены механизмы экономической мотивации заводов. Разработаны и исследованы следующие механизмы: механизм отчислений (налог на доход), централизованный механизм, механизм с нормативом рентабельности, механизм участия в прибыли. Для каждого механизма получены выражения для расчета параметров модели, позволяющие в каждом конкретном случае выбрать оптимальный механизм.

Таблица 3

Сводные результаты исследования задачи стимулирования сотрудников отдела снабжения

Соотношение α и β	Стимулирование «от прогнозной цены» (1)	Стимулирование «от средней цены на рынке» (2)	
		$p_{cp} \geq p_{np}$	$p_{cp} < p_{np}$
$\beta > \alpha$	Нет	Да	Да
	Да	Да	Да
$\beta < \alpha$	Да (ГБ)	Да	Да
	Нет	Нет	Нет
$\beta = \alpha$	Да (ГБ)	Да	Да
	Да (ГБ)	Да (ГБ)	Да (ГБ)

Рассмотрим следующую модель. Пусть в корпорации, помимо одного центра, имеются N АЭ ($i \in \overline{1, N}$), и известны затраты $c_i(y_i)$ i -го АЭ, зависящие

от его действия $y_i \in [0, \infty)$ (например, от объема выпускаемой АЭ продукции). Целевая функция i -го АЭ представляет собой разность между его доходом $H_i(y_i)$ и затратами $c_i(y_i)$: $f_i(y_i) = H_i(y_i) - c_i(y_i)$. В качестве функции затрат будем рассматривать класс функций вида: $c_i(y_i) = r_i(y_i - a)^3 + b$, где r_i , a и b — положительные константы.

Механизмы сравниваются на основании следующих параметров:

- $F(y)$ — значение функции полезности центра,
- $Y(y)$ — сумма действий всех АЭ,
- $W(y)$ — сумма целевых функций всех участников системы.

Рассмотрим механизм отчислений (налог на доход). Пусть задана внутрфирменная (трансфертная) цена λ единицы продукции, производимой АЭ, и центр использует норматив $\gamma \in [0, 1)$ отчислений от дохода АЭ. Тогда целевая функция i -го АЭ с учетом отчислений центру имеет вид:

$$f_i(y_i) = (1 - \gamma)\lambda y_i - r_i(y_i - a)^3 - b.$$

Величина γ — норматив отчислений — может интерпретироваться как ставка налога на доход (выручку). При этом:

$$F_{\text{Налог на доход}}(y) = \lambda\gamma(aN + \sqrt{\frac{(1-\gamma)\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}}),$$

$$Y_{\text{Налог на доход}}(y) = \sum_{i=1}^N y_i = (aN + \sqrt{\frac{(1-\gamma)\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}}),$$

$$W_{\text{Налог на доход}}(y) = \lambda aN - bN + (\lambda - \frac{(1-\gamma)\lambda}{3}) \sqrt{\frac{(1-\gamma)\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}}.$$

Рассмотрим централизованный механизм. Предположим, что центр использует централизованную схему — «забирает» себе весь доход от деятельности АЭ, а затем компенсирует им затраты от выбираемых ими действий y_i в случае выполнения плановых заданий y_i^0 . При этом:

$$F_{\text{Централизованный}}(y) = \lambda aN + \frac{2}{3} \lambda \sqrt{\frac{\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}} - bN,$$

$$Y_{\text{Централизованный}}(y) = aN + \sqrt{\frac{\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}},$$

$$W_{\text{Централизованный}}(y) = \lambda aN + \frac{2}{3} \lambda \sqrt{\frac{\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}} - bN.$$

Рассмотрим механизм с нормативом рентабельности, т.е. измененный

централизованный механизм. Отличие заключается в том, что теперь центр не только компенсирует затраты АЭ, если он выполняет план, но и добавляет некоторую премию в виде процента ρ от затрат (при $\rho = 0$ рассматриваемый механизм превращается в централизованный механизм). При этом:

$$F^C \text{ рентабельностью } (y) = \lambda aN + \frac{2\lambda}{3} \sqrt{\frac{\lambda}{3(1+\rho)}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}} - bN(1+\rho),$$

$$Y^C \text{ рентабельностью } (y) = aN + \sqrt{\frac{\lambda}{3(1+\rho)}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}},$$

$$W^C \text{ рентабельностью } (y) = \lambda aN - bN + \frac{\lambda}{3} \left(\frac{\rho}{1+\rho} + 2 \right) \sqrt{\frac{\lambda}{3(1+\rho)}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}}.$$

Рассмотрим механизм участия в прибыли, в рамках которого центр получает прибыль $\sum_{i=1}^N H_i(y)$ от деятельности АЭ, а затем выплачивает каждому АЭ фиксированную (и одинаковую для всех АЭ, то есть механизм является унифицированным) долю $\Psi \in [0,1]$ этой прибыли. При этом:

$$F^{\text{Участие в прибыли}} (y) = (1 - N\Psi)\lambda \left(aN + \sqrt{\frac{\Psi\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}} \right),$$

$$Y^{\text{Участие в прибыли}} (y) = aN + \sqrt{\frac{\Psi\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}},$$

$$W^{\text{Участие в прибыли}} (y) = \lambda \left(aN + \sqrt{\frac{\Psi\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}} \right) - bN - \frac{\Psi\lambda}{3} \sqrt{\frac{\Psi\lambda}{3}} \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{r_i}}.$$

Утверждение 2. Из рассмотренных механизмов централизованный обладает максимальной эффективностью с точки зрения суммы действий АЭ.

Таким образом, для каждого механизма получены выражения для расчета параметров модели, позволяющие в каждом конкретном случае выбрать оптимальный (по тому или иному критерию) механизм.

В разделе 2.3 рассмотрена модель взаимодействия центра со службой сбыта при планировании, оказывающем влияние на принятие решения о закупке продукции на стороне или о производстве на собственных заводах. Для этой задачи предложен неманипулируемый механизм взаимодействия центра со службой сбыта.

Рассматривается двухэтапная модель. На первом этапе руководство компании (далее центр) объявляет правила игры. После чего центр запрашивает у службы реализации (далее АЭ) прогнозную стоимость продукции у сторонних производителей для второго этапа модели. Служба реализации, точно зная

значение цены закупки у сторонних компаний ($p_{\text{стор}}$) на следующий период, сообщает центру некоторое значение $p_{\text{стор-пр}}$ (прогнозируемую стоимость, не обязательно совпадающую с реальным значением). Второй этап является этапом выполнения планов и подведения итогов.

Запишем функцию полезности АЭ:

$$\Pi_{\text{АЭ}} = \beta p_{\text{реал}} V_{\text{реал}} + \gamma(1-\alpha)p_{\text{стор}} V_{\text{реал}} - p(\alpha)A(p_{\text{стор}} - p_{\text{стор-пр}})^2 \rightarrow \max. \quad (3)$$

Поясним составляющие выражения (3):

$\beta p_{\text{реал}} V_{\text{реал}}$ – премия за работу, которая представляет собой некоторый процент β от выручки компании.

$\gamma(1-\alpha)p_{\text{стор}} V_{\text{реал}}$ – взятка или комиссия, которую получила служба снабжения за закупку товара у сторонних производителей.

$p(\alpha)A(p_{\text{стор}} - p_{\text{стор-пр}})^2$ – возможный штраф за манипуляцию ценой, где $p(\alpha)$ – вероятность проведения аудита, а $A(p_{\text{стор}} - p_{\text{стор-пр}})^2$ – размер штрафа.

Центр стремится к тому, чтобы АЭ было выгодно сообщать центру достоверную информацию.

На рис. 2 представлена схема товарных потоков, которая сложится на втором этапе функционирования модели.

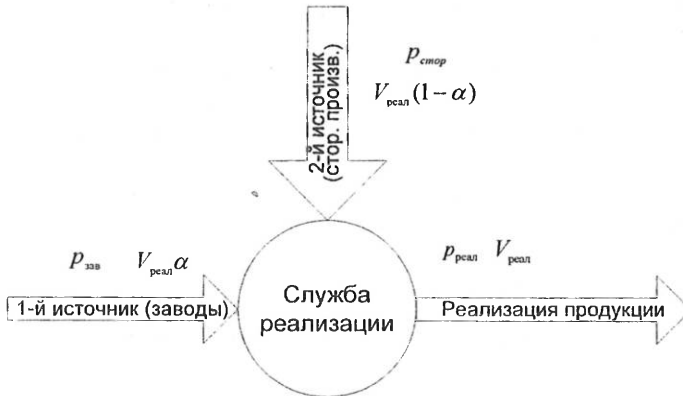


Рис. 2. Схема товарных потоков

Опишем механизм выбора центром параметра α (Рис. 3).

Осталось определиться с зависимостью $p(\alpha)$. Будем предполагать, что указанная зависимость представляет собой прямую, проходящую через точку $(1, 0)$ – см. рис. 3.

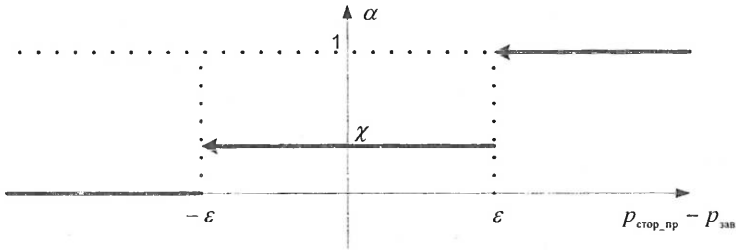


Рис. 3. Правило выбора доли производства на заводах корпорации

В ходе анализа выделялся ряд вариантов:

- вариант 1: $\alpha = 1$,
- вариант 2: $\alpha = \chi$,
- вариант 3: $\alpha = 0$.

Для каждого варианта рассматривалось три случая:

- случай «а»: $p_{\text{стор}} > p_{\text{зав}} + \varepsilon$,
- случай «б»: $p_{\text{зав}} - \varepsilon < p_{\text{стор}} \leq p_{\text{зав}} + \varepsilon$,
- случай «в»: $p_{\text{стор}} \leq p_{\text{зав}} - \varepsilon$.

Сформулируем те требования, которые должны выполняться для получения правдивой информации от АЭ.

Утверждение 3. В случае «в» для АЭ наиболее выгодно выбирать вариант 3.

Утверждение 4. В случае «б» для АЭ наиболее выгодно выбирать вариант 2, либо вариант 3.

Утверждение 5. В случае «б» для АЭ вариант 2 будет выгоднее варианта 3, если выполняется:

$$\chi p_{\text{стор}} V_{\text{реал}} < p(0)A(p_{\text{стор}} - p_{\text{зав}} + \varepsilon)^2, \quad (4)$$

в противном случае вариант 3 для АЭ будет выгоднее варианта 2.

Утверждение 6. В случае «а» для АЭ вариант 1 будет самым выгодным, если:

$$p_{\text{зав}} < p_{\text{стор}} - \sqrt{\frac{\gamma p_{\text{стор}} V_{\text{реал}}}{p(0)A}} - \varepsilon. \quad (5)$$

Проведенный анализ дал возможность сделать вывод, что для обеспечения отсутствия манипулирования со стороны АЭ при любых $p_{\text{зав}}$ и $p_{\text{стор}}$ необходимо обеспечить выполнение условий (4) и (5).

В разделе 2.4 рассмотрена задача распределения инвестиций между хо-

зяйствами – поставщиками сырья. Для данной задачи выделены области оптимальности стратегии вложения денег для получения сырья и стратегии вложения денег для получения штрафов за невозврат инвестиций. Также для указанной задачи построен неманипулируемый механизм распределения инвестиций.

Рассмотрим общую постановку задачи инвестирования в деятельность хозяйств. Для начала запишем функции полезности участников процесса (завода – Ц и хозяйств – АЭ):

$$\begin{aligned} F_{\text{зав}} &= \sum_i G(x_i)r_i + \sum_i M(x_i)(1-r_i) - \sum_i x_i, \\ f_i &= r_i A_i(x_i) - (1-r_i)M(x_i), \end{aligned} \quad (6)$$

где $i \in \overline{1, N}$ – номер хозяйства, $x_i \in [0, R]$ – объем финансирования i -го хозяйства (R – общий объем ресурса), $G(x_i)$ – прибыль, получаемая от реализации продукции, $r_i \in [0, 1)$ – тип хозяйства, показывающий вероятность того, что ему удастся произвести у себя требуемое заводу сырье, $A_i(x_i)$ – функция, отражающая прибыль от продажи сырья, которую сможет получить хозяйство при финансировании x_i , $M(x_i)$ – штраф, выплачиваемый хозяйством заводу, если хозяйство не в состоянии поставить заводу сырье.

При функционировании системы центр не знает точных типов АЭ (сами АЭ их знают). В результате центр собирает от АЭ заявки о желаемых количествах инвестиций (s_i), после чего по правилу $x_i = \pi_i(s)$, $i \in N$ распределяет ресурс среди АЭ, где $s = (s_1, s_2, \dots, s_N)$. Причем, после распределения АЭ получает выбор: либо взять весь выделенный ему ресурс, либо не брать его вообще. Считается, что $\sum_i x_i \leq R$.

Часть результатов получена для частного случая: $G(x_i) = gx_i(1+r_i)$, $A_i(x_i) = a_i\sqrt{x_i}$ и $M(x_i) = x_i(1+\Delta)$, причем $g > 1 + \Delta$. Тогда (6) преобразуется следующим образом:

$$\begin{cases} F_{\text{зав}} = \sum_i gx_i(1+r_i) + \sum_i x_i(1-r_i)(1+\Delta) - \sum_i x_i \\ f_i = r_i a_i \sqrt{x_i} - x_i(1+\Delta)(1-r_i) \end{cases} \quad (7)$$

Как видно из функции полезности центра (6), возврат от инвестиций он получает двумя способами: обработкой полученного сырья с последующей продажей продукции на рынке и путем получения штрафов за невозврат инвестиций. Соответственно, встает вопрос о том, какую стратегию центру сделать основной для получения своей прибыли и тем самым развивать ее в первую очередь.

Утверждение 9. Пусть в модели, задаваемой (6), для любого $i \in N$ выполняются условия:

$$1) \exists x_{i \min 1} \text{ такой, что } \forall x_i > x_{i \min 1} : \frac{\partial G(x_i)}{\partial x_i} \geq \frac{\partial M(x_i)}{\partial x_i};$$

$$2) \exists x_{i \min 2} \geq x_{i \min 1} \text{ такой, что } G(x_{i \min 2}) > M(x_{i \min 2}).$$

Тогда, если для любого $x_i \in [0, R]$ выполняется $x_i > x_{i \min 2}$, то наиболее выгодной для центра стратегией будет получение прибыли за счет производства продукции из поставляемого хозяйствами сырья.

Утверждение 10. Пусть в модели, задаваемой (6), для любого $i \in N$ выполняются условия:

$$1) \exists x_{i \max 1} \text{ такой, что } \forall x_i < x_{i \max 1} : \frac{\partial G(x_i)}{\partial x_i} \leq \frac{\partial M(x_i)}{\partial x_i};$$

$$2) \exists x_{i \max 2} \leq x_{i \max 1} \text{ такой, что } G(x_{i \max 2}) < M(x_{i \max 2}).$$

Тогда если для любого $x_i \in [0, R]$ выполняется $x_i < x_{i \max 2}$, то наиболее выгодной для центра стратегией будет получение прибыли за счет штрафов, получаемых от хозяйств.

Далее, на примере модели, задаваемой (7), рассмотрим манипулируемость механизма распределения инвестиций в хозяйства.

В работе найдено оптимальное для центра (при условии, что ему известны типы всех агентов) положение равновесия. Приведем алгоритм действий центра, приводящий к этому равновесию.

Алгоритм 1.

1. Упорядочить все АЭ по убыванию типа (r_i).
2. $k=1$.
3. АЭ с номером k выдать инвестиции в размере

$$x_k = \min\left(R - \sum_{j=1}^{k-1} x_j; \frac{(r_k a_k)^2}{(1+\Delta)^2 (1-r_k)^2}\right).$$

4. Если $\sum_{j=1}^k x_j = R$ или $k = N$, то переходим к шагу 7 (конец алгоритма).

Иначе идем на следующий шаг.

5. Увеличиваем k на единицу: $k = k + 1$.
6. Возвращаемся к этапу 3.
7. Конец.

Рассмотрим, как изменится ситуация, когда АЭ будут иметь возможность манипулировать заявками о своем типе.

Задача нахождения равновесия Нэша в общем случае для механизма распределения, задаваемого алгоритмом 1, является очень сложной, поэтому для

начала рассмотрим упрощение алгоритма 1. Будем предполагать, что все АЭ сначала упорядочиваются по убыванию заявок (s_i), а затем, начиная с первого номера, каждому АЭ выделяются инвестиции в размере:

$$x_k = \frac{(s_k a_k)^2}{(1 + \Delta)^2 (1 - s_k)^2}, \quad k \in N. \quad (8)$$

Причем, если оставшегося ресурса не хватает, чтобы полностью выдать надлежащую величину АЭ, то такой АЭ не получает ничего, и дальнейшее распределение ресурса прекращается.

Для такого механизма распределения строится алгоритм 2, позволяющий рассчитать равновесие Нэша:

1. Упорядочить все АЭ по убыванию типа (r_i).
2. Для всех i от 1 до N присвоить параметру \tilde{s}_i (аналог заявки s_i) значение $\tilde{s}_i = r_i$.
3. $k=0$.
4. Для всех i от 1 до N рассчитать \tilde{x}_i :

$$\tilde{x}_i = \begin{cases} \frac{(\tilde{s}_i a_i)^2}{(1 + \Delta)^2 (1 - \tilde{s}_i)^2}, & \text{если на АЭ еще хватает ресурса,} \\ 0, & \text{если } \exists j \leq i, \text{ для которого ресурса не хватило.} \end{cases}$$

5. Найти w_k по правилу: $\tilde{x}_{w_k} > 0, \tilde{x}_{w_k+1} = 0$.
6. Если $k > 0$ и $w_k = w_{k-1}$ (обозначим $w_{\text{финальное}} = w_{k-1}$), то переходим на шаг 10 алгоритма. В противном случае переходим на следующий шаг алгоритма.
7. Рассчитать новое значение параметра \tilde{s}_i для всех i от 1 до w_k по правилу $\tilde{s}_i = \min\left(\frac{r_i}{2 - r_i}; r_{w_k+1} + \delta\right)$, а для всех i от $w_k + 1$ до N по правилу $\tilde{s}_i = r_i$.
8. Увеличиваем k на единицу: $k = k + 1$.
9. Вернуться на шаг 4.
10. Для всех i от 1 до N распределим инвестиции по правилу: $x_i = \tilde{x}_i$.
11. Конец.

Утверждение 16. В результате применения алгоритма 2 к модели, задаваемой выражением (7), получается равновесие Нэша, причем это равновесие единственно.

Утверждение 17. Если в модели, задаваемой (7), выполняется гипотеза благожелательности, то механизм, распределяющий инвестиции по алгоритму 2 (только вместо типа r_i надо использовать заявки s_i), будет неманипулируе-

мым. Причем получившийся механизм будет обладать той же эффективностью, что и механизм (8).

Полученные для модели (7) результаты можно обобщить. Исследуем механизм, задаваемый следующим выражением (все остальные правила распределения остаются теми же, что и для механизма (8)):

$$x_k = \frac{(s_k a_k)^2 L^2}{(1 + \Delta)^2 (1 - s_k)^2}, \quad (9)$$

где L – произвольное положительное число.

Утверждение 18. Механизм распределения (9) при любом значении $L \in (0, \infty)$ приводит к тому же распределению инвестиций, что и механизм, задаваемый выражением (8).

В разделе 2.5 рассмотрена задача конкуренции корпораций за возможность переработки сырья на стороннем заводе с учетом возможности «приобретения» информации о состоянии оппонента. Для этой задачи получен оптимальный с точки зрения корпоративного центра механизм конкуренции.

Исследуется задача взаимодействия завода (далее – активного элемента – АЭ) и двух корпораций, желающих переработать свое сырье на заданном заводе (одну из компаний далее будем называть центром, а вторую – сторонней компанией). Сторонняя компания и центр предлагают АЭ премию за переработку единицы продукции ($\Delta \geq 0$) и задают параметр $s \geq 0$, характеризующий необходимое качество переработки. После получения предложений АЭ принимает решение о том, какие объемы ($V \geq 0$) он будет перерабатывать для сторонней компании и для центра. Запишем функцию полезности АЭ, представляющую собой разность между премией за переработку сырья и затратами на эту переработку:

$$P_{AЭ} = \Delta_y V_y + \Delta_c V_c - G(s_y, s_c, V_y, V_c). \quad (10)$$

Наличие у переменной индекса « y » или « c » означает, что величина относится к центру или к сторонней компании соответственно. Функция $G(\cdot)$ – функция затрат АЭ. Будет считаться, что функция $G(\cdot)$ – возрастающая, ее производная по объемам производства (V) в нуле меньше Δ и больше нуля, а вторая производная положительна.

Смешанным решением назовем случай, когда АЭ выбирает для себя задание на переработку, состоящее как из переработки некоторого ненулевого объема для сторонней компании, так и некоторого ненулевого объема для центра. Решение, когда АЭ выбирает только одну компанию, для которой будет перерабатывать сырье, назовем вырожденным. Далее можно сформулировать несколько утверждений.

Утверждение 19. Если функция затрат на переработку имеет вид

$$G(s_y, s_c, V_y, V_c) = G(s_y, s_c, a(s_y, s_c)V_y + b(s_y, s_c)V_c), \quad (11)$$

то для наличия смешанного решения необходимо выполнение равенства:

$$\frac{\Delta_u}{a(s_y, s_c)} = \frac{\Delta_c}{b(s_y, s_c)}, \quad (12)$$

а при условии существования у производной функции $G(\cdot)$ по аргументу $a(s_y, s_c)V_y + b(s_y, s_c)V_c$ обратной функции, выражения (12) достаточно для наличия смешанного решения.

Утверждение 20. Если функция $G(s_y, s_c, V_y, V_c)$ такова, что для любых V_u и V_c выполняется одно из условий:

$$\frac{\partial G}{\partial V_u} \neq \Delta_u \quad \text{или} \quad \frac{\partial G}{\partial V_c} \neq \Delta_c, \quad (13)$$

то смешанное решение не будет иметь места.

Все последующие результаты получены в предположении, что АЭ невыгодно работать с обоими поставщиками сразу, а выгодно оставить только одного из них с помощью конкурса.

Предположим, что центр имеет возможность, неся некоторые затраты, повышать свою информированность. Плату для параметра Δ_c^{\max} обозначим α , а для параметра $s_c^{\min} - \beta$. В этом случае:

$$s_c^{\min} \in [s_c^-(\beta); s_c^+(\beta)] \quad \text{и} \quad \Delta_c^{\max} \in [\Delta_c^-(\alpha); \Delta_c^+(\alpha)]. \quad (14)$$

Теперь сформулируем ограничения на (14):

1. Функции $s_c^-(\beta)$ и $\Delta_c^-(\alpha)$ являются монотонно возрастающими, а $s_c^+(\beta)$ и $\Delta_c^+(\alpha)$ – монотонно убывающими по своим аргументам.
2. Не существует таких α и β , чтобы $s_c^-(\beta) = s_c^+(\beta)$ или $\Delta_c^-(\alpha) = \Delta_c^+(\alpha)$. При этом при $\Delta_c^+(\alpha) - \Delta_c^-(\alpha) \xrightarrow{\alpha \rightarrow \infty} 0$ и $s_c^+(\beta) - s_c^-(\beta) \xrightarrow{\beta \rightarrow \infty} 0$.

Функции полезности участников игры имеют вид:

$$\begin{aligned} \Pi_{AЭ} &= \Delta V - f(s)V^2, \\ \Pi_y &= (\Delta_y^{\max} - \Delta_y)g(s_y)V_y\delta - \alpha - \beta, \\ \Pi_c &= (\Delta_c^{\max} - \Delta_c)g(s_c)V_c\delta, \end{aligned} \quad (15)$$

где $\delta = 1$, если конкурс выигран и 0 в противном случае.

Для данной задачи рассмотрены три случая.

• **Случай 1:** предложение центра выигрывает у всех возможных предложений сторонней компании. Для данного случая получена система неравенств,

решение которой – оптимальная величина затрат на получение дополнительной информации.

- Случай 2: предложение центра проигрывает всем возможным предложениям сторонней компании. Данный случай означает, что необходимо прекратить инвестирование в получение дополнительной информации.
- Случай 3: центр не может определить явного победителя. Для данного случая не получено точного решения оптимального поведения, однако предложен ряд практических рекомендаций.

Третья глава посвящена внедрению моделей и механизмов мотивационного управления в сельскохозяйственной производственной корпорации «ГК РУСАГРО».

В разделе 3.1 описывается корпорация «ГК РУСАГРО», в которой внедрялись результаты диссертационной работы. Также в данном разделе делается вывод о том, что «ГК РУСАГРО» является типовым примером сельскохозяйственной производственной корпорации, и что ее структура и производственные потоки соответствуют приведенной в первой главе модели.

В разделе 3.2 рассматриваются способы идентификации параметров финансовых моделей на примере модели планирования движения денежных средств. В качестве механизма формирования планового движения денежных средств рассмотрен механизм устранения минусов суммарного по всем АЭ накопительного сальдо за счет принудительного «передвижения» доходов АЭ в более ранние периоды. Доказывается, что, если АЭ могут менять суммарное количество своих доходов или расходов, но при этом обязаны выполнить взятые на себя обязательства, то механизм манипулируем, однако АЭ приходится брать на себя большие обязательства (либо доходы больше, либо расходы меньше, либо и то и другое) и выполнять их (что дает эффективность их работы большую, чем если бы они сообщили правду). Также в данном разделе приведен алгоритм перераспределения денежных средств между периодами, позволяющий изменить приходы и расходы всей корпорации так, чтобы суммарное сальдо стало неотрицательным во всех периодах.

В разделе 3.3 описываются результаты практического применения механизмов экономической мотивации для задачи выбора способа взаимодействия управляющей компании и заводов в корпорации «ГК РУСАГРО».

Для применения указанных моделей были собраны необходимые фактические данные, на основании которых рассчитывались основные показатели каждого из четырех рассмотренных во второй главе механизмов (см. раздел 2.2). Затем для семи заводов, входящих в корпорацию, были рассчитаны оптимальные параметры различных механизмов экономической мотивации. Реализованная на базе MS Excel программа дает возможность проводить практический анализ результатов деятельности корпорации для каждого

механизма при изменении обстановки (или параметров модели, ее описывающих).

Результаты расчетов показывают, что механизм с нормативом рентабельности позволяет не только наилучшим образом приблизиться к выполнению стратегической цели, но и получить максимальную для корпорации прибыль. Полученный вывод использовался при выборе механизма экономической мотивации, при составлении договоров с заводами и при планировании объемов переработки.

Основные результаты работы

Основные научные и практические результаты, полученные в диссертационной работе, состоят в следующем:

1. Разработана модель сельскохозяйственной производственной корпорации, в рамках которой сформулирован комплекс задач мотивационного управления сельскохозяйственными производственными корпорациями: управление снабженческой компанией, управление деятельностью собственных заводов, управление сбытовой компанией, управление взаимодействием с хозяйствами, управление взаимодействием со сторонними заводами.

2. Предложен неманипулируемый механизм стимулирования сотрудников отдела снабжения, обеспечивающий одновременно их стремление к точному предсказанию прогнозной цены и минимизацию цены закупки.

3. Разработаны и исследованы механизмы экономической мотивации: механизм отчислений (налог на доход), централизованный механизм, механизм с нормативом рентабельности, механизм участия в прибыли. Проведен сравнительный анализ эффективности этих механизмов, позволяющий в каждой конкретной ситуации выбирать из них оптимальный с точки зрения интересов корпоративного центра или подразделений корпорации.

4. Предложен неманипулируемый механизм взаимодействия центра со службой сбыта при принятии решений о закупке продукции или ее производстве подразделениями корпорации.

5. Построен оптимальный неманипулируемый механизм распределения инвестиций между хозяйствами – поставщиками сырья.

6. Предложен оптимальный с точки зрения корпоративного центра механизм конкуренции за возможность переработки сырья на стороннем заводе.

7. Разработанные в диссертационной работе модели и методы мотивационного управления внедрены в корпорации ГК РУСГАРО, что подтверждено актом о внедрении.

Основные публикации по теме диссертации

1. Куропаткин М.А. Модели и методы выбора корпоративных информационных систем // Современные проблемы фундаментальных наук : Тез. XLV науч. конф. / Моск. физ.-тех. ин-т.-Долгопрудный, 2002.-Т. 2.- С. 60.
2. Куропаткин М.А. Механизмы планирования движения денежных средств // Тр. 2-ой междунар. конф. по проблемам управления / ИПУ РАН им. В.А.Трапезникова. -М., 2003. –Т. 2. -С. 56.
3. Куропаткин М.А. Классификация задач финансового планирования с точки зрения теории активных систем // Современные сложные системы управления : Тр. 4-ой междунар. науч. конф. / Тверск. гос. тех. ун-т. -Тверь, 2004. -С. 359 – 360.
4. Куропаткин М.А. Задача стимулирования сотрудников отдела снабжения // Управление большими системами : Сб. науч. тр. / ИПУ РАН им. В.А.Трапезникова.-М., 2005. –Вып. 10. -С. 87 – 97.
5. Куропаткин М.А. Модели конкуренции за возможность переработки сырья // Управление большими системами: Сб. науч. тр. / ИПУ РАН им. В.А.Трапезникова.-М., 2005. –Вып. 12. -С. 80 – 96.
6. Куропаткин М.А. Задача стимулирования сотрудников отдела реализации // Современные сложные системы управления : Тр. 7-ой междунар. конф.-Воронеж, 2005. -С. 201 – 206.
7. Куропаткин М.А. Механизмы экономической мотивации // Современные сложные системы управления : Тр. 8-ой междунар. конф. -Краснодар, 2005. -С. 164 – 171.
8. Куропаткин М.А. Механизмы взаимодействия завода с хозяйствами // Современные сложные системы управления : Тр. 8-ой междунар. конф. -Краснодар, 2005. -С. 152 – 164.
9. Куропаткин М.А. Модели и методы мотивационного управления в сельскохозяйственных производственных корпорациях / ИПУ РАН им. В.А.Трапезникова. -М., 2005. – 127 с.

Подписано в печать 05.10.2005. Формат 60x84 1/16. Уч. – изд. л. 1,0
Усл.-печ. 1,1 л. Бумага писчая Тираж 100 экз. Заказ № 498

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.