

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

САМАРА 2006

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Методические указания
к курсовой работе*

Издательство СГАУ
2006

Составитель *О.В. Павлов*

УДК 65.01

ББК 65.050

Исследование систем управления: метод. указания к курсовой работе / Сост. *О.В. Павлов*. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. 57 с.

Содержат указания по выполнению курсовой работы по курсу "Исследование систем управления", цель которой заключается в развитии навыков исследовательской работы будущих менеджеров, закреплении знаний практического анализа и синтеза систем управления. В указаниях приводятся методики решения рассматриваемых проблем, рекомендации по структуре курсовой работы, примеры выполнения заданий курсовой работы.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 080507 "Менеджмент организации" на очной, очно-заочной и заочной формах обучения. Методические указания подготовлены на кафедре экономики.

Печатаются по решению Редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Г. Засканов

© О.В. Павлов, 2006.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2006.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ.....	5
2.РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРУКТУРЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЗАКАЗА.....	8
3.1. Описание экономической ситуации. Постановка задачи.....	8
3.2. Определение оптимальных планов для центра и подразделений.....	8
3.2.1.Нахождение оптимального плана для центра.....	8
3.2.2.Нахождение оптимального плана для агентов.....	14
3.3.Исследование механизма прямых приоритетов.....	17
3.4. Исследование механизма обратных приоритетов.....	20
3.5. Исследование механизма внутренних цен.....	22
4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ.....	25
4.1. Описание экономической ситуации. Постановка задачи.....	25
4.2. Определение параметров системы стимулирования с независимыми агентами.....	26
4.3. Определение параметров системы стимулирования со слабо связанными агентами.....	27
5. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ СОГЛАСОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ "ПОСТАВЩИКИ-ЗАКАЗЧИК".....	29
5.1. Описание экономической ситуации. Постановка задачи.....	29
5.2. Методика разработки согласованных механизмов управления в системе "поставщики-заказчик".....	30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	37
Приложение 1.....	38
Приложение 2.....	39
Приложение 3.....	41
Приложение 4.....	42
Приложение 5.....	47
Приложение 6.....	52

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящих методических указаниях приводятся рекомендации по выполнению курсовой работы по курсу "Исследование систем управления" специальности 080507 "Менеджмент организации". Методические указания предназначены для студентов, обучающихся на очной, очно-заочной и заочной формах обучения.

В указаниях приводятся методики исследования рассматриваемых систем управления, рекомендации по структуре курсовой работы, примеры выполнения заданий.

В рыночной экономике эффективность организации определяется существующей системой управления. Поэтому совершенствование систем управления является актуальной и важной задачей для менеджера.

Цель курсовой работы заключается в развитии навыков исследовательской работы будущих менеджеров, закреплении знаний практического анализа и синтеза систем управления.

1. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Курсовая работа выполняется студентом индивидуально в течение семестра. Курсовая работа должна содержать три части:

1. Исследование систем управления распределением заказа организации.
2. Определение параметров системы стимулирования.
3. Разработка согласованных механизмов управления в системе "поставщики - заказчик".

График выполнения курсовой работы

Контрольная точка	Наименование этапа работы	Объём	Срок
1	Исследование систем управления распределением заказа	30%	4 неделя
2	Определение оптимальных параметров системы стимулирования	60%	8 неделя
3	Разработка согласованных механизмов управления в системе «поставщики-заказчик»	90%	12 неделя
4	Оформление пояснительной записки и защита курсовой работы	100 %	16 неделя

Для отчёта по курсовой работе должна быть представлена пояснительная записка. Текст пояснительной записки к курсовой работе оформляется в текстовом редакторе Word. После проверки пояснительной записки преподавателем, проводящим консультации, курсовая работа защищается перед комиссией (преподавателем). Студент выступает с докладом, в котором должны быть отражены цель, задачи, основные результаты, полученные в курсовой работе, сделаны итоговые выводы. Время выступления 5-10 минут. После выступления студент отвечает на вопросы комиссии. В зависимости от качества выполнения курсовой работы, доклада и ответов на вопросы студенту выставляется оценка.

Последний срок защиты курсовой работы - зачётная неделя. По согласованию с преподавателем студент может выбрать индивидуальную тему для курсовой работы.

2.РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРУКТУРЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Рекомендуемая структура курсовой работы, приведена ниже.

- 1.Титульный лист.
- 2.Бланк задания.
- 3.Реферат.
- 4.Содержание.
- 5.Введение.
- 6.Основная часть.
- 7.Заключение.
- 8.Список использованных источников.
- 9.Приложения (при наличии).
- 10.Список сокращений (при наличии).

Титульный лист

Титульный лист должен содержать: наименование ведомства, к которому принадлежит университет, полное официальное название вуза, название факультета и кафедры, название курсовой работы, ФИО студента и номер группы, ФИО преподавателя, руководящего работой, год выполнения. Образец оформления титульного листа приводится в Приложении 1.

Бланк задания

Бланк задания должен содержать ФИО студента и номер группы, вариант задания, текст выполняемых заданий, календарный план выполнения работы. Образец оформления титульного листа приводится в Приложении 2.

Реферат

Реферат должен содержать следующие данные:

- 1) сведения о количестве страниц, рисунков, таблиц, источников и приложений в курсовой работе;
- 2) перечень ключевых слов (словосочетаний), отражающих тематику исследуемых вопросов и используемую терминологию;

3) текстовую часть, отражающую сущность выполненной работы, в том числе: цель дипломной работы, используемые методы исследования, полученные результаты. Пример оформления реферата приводится в Приложении 3.

Содержание

Содержание содержит следующие структурные элементы:

1. Введение.
2. Заголовки разделов, подразделов основной части курсовой работы.
3. Заключение.
4. Список используемых источников.
5. Перечень приложений.

Введение

Введение должно содержать описание актуальности решаемых проблем, формулировки решаемых задач. Введение обычно не занимает больше 1-2 страниц.

Основная часть

Основная часть содержит разделы и подразделы, в которых описываются постановки, методики решения рассматриваемых проблем и результаты выполнения курсовой работы.

Заключение

Заключение завершает основную часть курсовой работы. В нём должны быть обобщены результаты всей работы. Заключение, излагаемое на 1-2 страницах, содержит результаты исследования рассматриваемых проблем, рекомендации по выбору эффективной системы управления, выводы, сделанные в процессе выполнения курсовой работы.

Список литературы

Список литературы содержит перечень использованной литературы и учебных материалов. Список литературы располагается в порядке имеющих в тексте ссылок на источники.

Приложения

В приложения помещают громоздкие таблицы, полученные в результате расчётов, или копии документов.

3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЗАКАЗА

3.1. Описание экономической ситуации. Постановка задачи

Фирма занимается производством делимого продукта. Руководство фирмы (центр) заключило договор на производство продукта количеством R единиц. Этот заказ могут выполнить два подразделения фирмы (агента). Цена единицы продукции p руб. Затраты первого и второго подразделений зависят от объемов выполняемых заказов:

$c_1(x_1) = \alpha_1 x_1^2$ и $c_2(x_2) = \alpha_2 x_2^2$. Исследовать распределение заказа с помощью механизмов прямых приоритетов, обратных приоритетов, внутренних цен.

Определить:

- 1) оптимальные планы для центра и подразделений;
 - 2) равновесные заявки агентов в случае использования центром различных механизмов распределения заказа;
 - 3) распределение заказа в равновесной ситуации;
 - 4) прибыль центра и агентов в равновесной ситуации;
 - 5) убытки центра по сравнению с оптимальным распределением ресурса;
 - б) эффективность различных механизмов распределения заказа.
- Исходные данные студент выбирает из приложения № 4 в соответствии с вариантом, назначенным преподавателем.

3.2. Определение оптимальных планов для центра и подразделений

3.2.1. Нахождение оптимального плана для центра

Рассмотрим методику исследования систем управления при следующих исходных данных: $R = 150$ единиц, $p = 4000$ руб., $\alpha_1 = 10$, $\alpha_2 = 20$.

Сформулируем математическую постановку задачи. Запишем целевую функцию центра:

$$F(x_1, x_2) = Rp - c_1(x_1) - c_2(x_2) \rightarrow \max \quad (3.1)$$

Сумма планов для агентов должна быть равна заказу, полученному центром:

$$x_1 + x_2 = R, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \quad (3.2)$$

Оптимизационная задача (3.1) - (3.2) является задачей на условный экстремум. Её решение можно найти аналитическим или численным способами.

I способ: решение методом подстановки.

Выразим план для второго агента из ограничения (3.2)

$x_2 = R - x_1$ и подставим в целевую функцию центра:

$$F(x_1) = Rp - 10x_1^2 - 20(R - x_1)^2 \rightarrow \max. \quad (3.3)$$

Таким образом, от задачи с двумя переменными и ограничением (3.2) перешли к задаче с одной переменной (3.3).

Для нахождения экстремума функции одной переменной продифференцируем и приравняем нулю выражение (3.3):

$$\frac{dF(x_1)}{dx_1} = -2 \cdot 10x_1 - 2 \cdot 20(R - x_1) \cdot (-1) = 0. \quad (3.4)$$

Решая уравнение (3.4), получим план для первого агента:

$$x_1 = \frac{2}{3}R = 100.$$

Из ограничения (3.2) определим план для второго агента:

$$x_2 = R - \frac{2}{3}R = \frac{R}{3} = 50.$$

II способ: метод множителей Лагранжа.

Перепишем ограничение (3.2) в следующем виде:

$$g(x_1, x_2) = R - x_1 - x_2 = 0. \quad (3.5)$$

Запишем функцию Лагранжа как сумму целевой функции (3.1) и ограничения (3.2), умноженного на множитель Лагранжа λ :

$$L(x_1, x_2, \lambda) = F(x_1, x_2) + \lambda g(x_1, x_2) = Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 + \lambda(R - x_1 - x_2).$$

Найдём частные производные от функции Лагранжа по неизвестным переменным x_1, x_2, λ и приравняем к нулю:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x_1} = -2 \cdot 10x_1 + \lambda = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial x_2} = -2 \cdot 20x_2 + \lambda = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = R - x_1 - x_2 = 0. \end{cases}$$

Отнимем из первого уравнения второе, множитель Лагранжа сократится, получим систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = 2x_2; \\ x_1 + x_2 = R. \end{cases}$$

Решая полученную систему, определим планы для первого и второго агентов:

$$\begin{cases} x_1 = \frac{2}{3}R = 100 \text{ ед.}; \\ x_2 = \frac{R}{3} = 50 \text{ ед.} \end{cases}$$

Определим максимальную прибыль центра:

$$\begin{aligned} \pi^{\max}(100, 50) &= Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 = 100 \cdot 4000 - \\ &- 10 \cdot 100^2 - 20 \cdot 50^2 = 450000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Определим прибыль для первого и второго агентов:

$$\pi_1(100) = x_1p - 10x_1^2 = 100 \cdot 4000 - 10 \cdot 100^2 = 300000 \text{ руб.}$$

$$\pi_2(50) = x_2p - 20x_2^2 = 50 \cdot 4000 - 20 \cdot 50^2 = 150000 \text{ руб.}$$

III способ: численное решение с помощью электронной таблицы Microsoft Excel.

Для решения оптимизационных задач в электронной таблице Excel существует специальная программа Solver, которая включена в систему как надстройка **Поиск решения** меню **Сервис**.

Алгоритм решения оптимизационной задачи в электронной таблице Microsoft Excel выглядит следующим образом:

- 1) разработка структуры электронной таблицы;
- 2) поиск решения с помощью программы Solver;
- 3) анализ отчётов программы Solver.

Разработка структуры электронной таблицы включает в себя задание целевой функции, всех ограничений. Структура электронной таблицы для поиска оптимального плана центра представлена на рис. 3.1

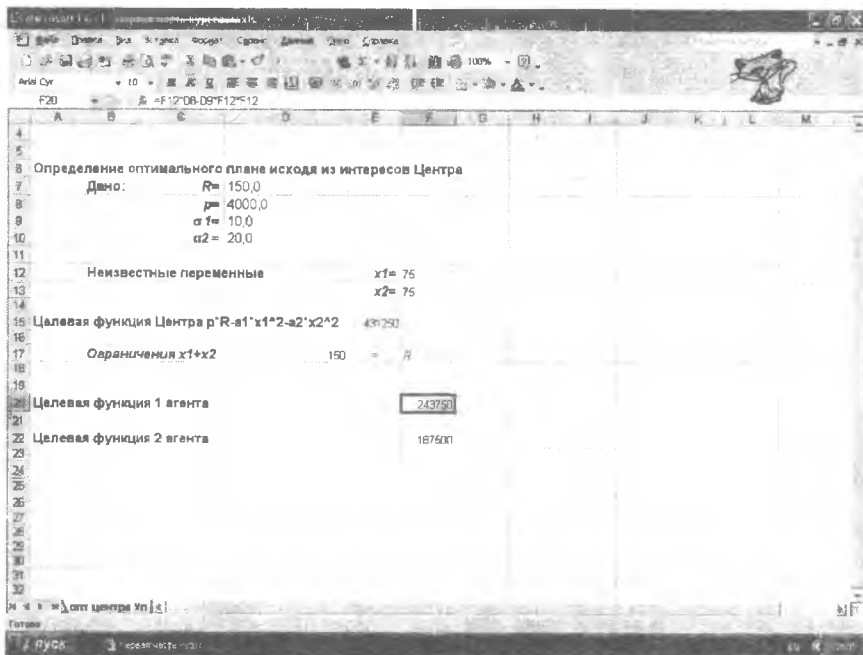


Рис. 3.1. Структура электронной таблицы для поиска оптимального плана центра

Неизвестными переменными являются x_1, x_2 – количество ресурса, выделяемое центром для первого и второго агентов. В качестве начальных приближений для неизвестных переменных можно выбрать любые значения из допустимой области, например, поделить ресурс R поровну между агентами: $x_1=75, x_2=75$.

Для определения оптимального плана центра необходимо вызвать надстройку **Поиск решения** из меню **Сервис**. После вызова на

экране появится диалоговое окно **Поиск решения**, рис. 3.2. В поле **Установить целевую ячейку** необходимо ввести адрес ячейки, в которой вычисляется целевая функция. В данном примере это ячейка E15. Затем необходимо выбрать вид оптимизации: *максимизация*, *минимизация*, *равенство значению* путём установки специальной "галочки" в одно из полей, расположенных ниже поля **Установить целевую ячейку**.

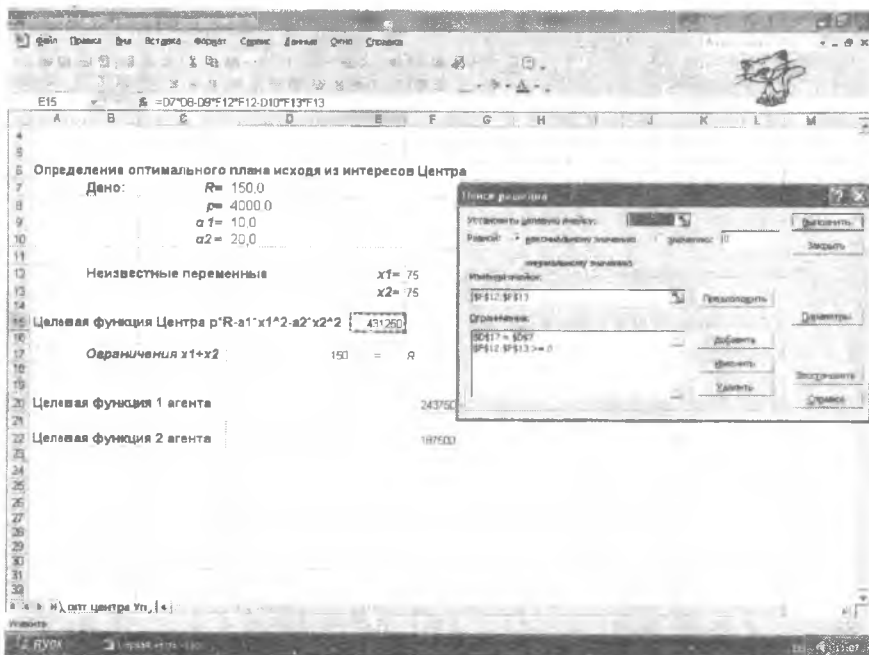


Рис. 3.2. Диалоговое окно Поиск решения

В поле **Изменяя ячейки** указываются адреса ячеек, в которых находятся неизвестные переменные, в нашем случае это ячейки F12 и F13. Кнопка **Предположить** помогает пользователю в определении изменяемых ячеек: нажатие кнопки приводит к отображению в поле **Изменяя ячейки** тех ячеек, которые программа поиска расценивает как изменяемые. В поле **Ограничения** вводятся все ограничения, связанные с решаемой задачей. Добавление, изменение и удаление ограничений осуществляются с использованием соответствующих

кнопки **Добавить**, **Изменить**, **Удалить** в нижней части диалогового окна **Поиск решения**. В нашем примере введены два ограничения. Сумма ячеек F12 и F13, в которых находятся неизвестные переменные, должна быть равна имеющемуся ресурсу R, значение которого находится в ячейке D7. Неизвестные переменные должны быть неотрицательными: $F12:F13 \geq 0$.

Для запуска процесса оптимизации необходимо нажать кнопку **Выполнить**. Результаты поиска оптимального плана центра представлены на рис. 3.3. В результате поиска решения Microsoft Excel выводит сообщение о том, удалось ли получить оптимальное решение

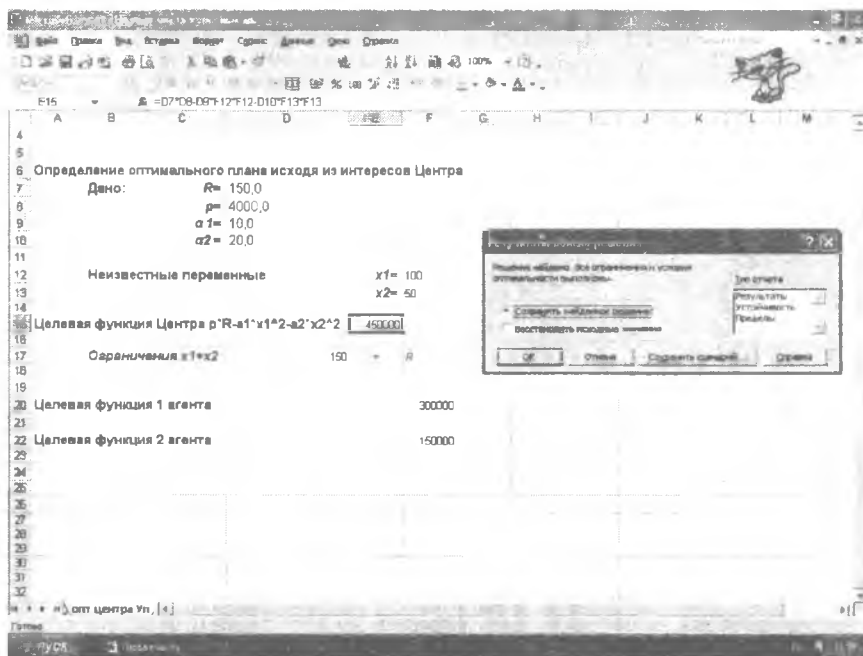


Рис. 3.3. Результаты поиска оптимального плана центра

задачи. Диалоговое окно **Результаты поиска решения** информирует об успешном поиске решения или о причинах, по которым оптимального решения получить не удалось. При получении сообщения пользователь может либо **Сохранить найденное решение** или **Восстановить исходные значения**. В первом случае Microsoft

Excel сохраняет найденные значения в изменяемых ячейках таблицы, во втором восстанавливает исходные значения в этих ячейках.

При сохранении результатов пользователь может сформировать отчеты о результатах поиска. В поле **Тип отчёта** окна **Результаты поиска решения** исследователю предлагается три вида отчётов: *по результатам*, *по устойчивости* и *по пределам*. При выборе соответствующего отчёта или отчётов с помощью специальной "галочки" Microsoft Excel выводит каждый из выбранных отчётов на отдельный лист рабочей книги. При выполнении курсовой работы обязательно предоставление *отчёта по результатам* решения каждой оптимизационной задачи в приложении.

Microsoft Excel предоставляет возможность с помощью кнопки **Сохранить сценарий** сформировать результаты серии выполнения поиска решения.

После решения оптимизационной задачи для центра аналитическим и численным способом необходимо сравнить полученные результаты. Если результаты не совпадают, то следовательно при решении задачи одним из способов допущена ошибка. В данном примере результаты совпадают, что подтверждает правильность решения оптимизационной задачи. По желанию студента и по согласованию с преподавателем численное решение оптимизационных задач может быть получено с использованием других программных продуктов, например математического пакета Mathcad. В этом случае также необходимо предоставлять распечатки результатов расчётов.

3.2.2. Нахождение оптимального плана для агентов

Фонд заработной платы каждого подразделения фирмы составляет 10% от прибыли, зарабатываемой этим подразделением.

Сформулируем математическую постановку задачи. Запишем целевые функции агентов:

$$f_1(y_1) = y_1 p - 10 y_1^2 \rightarrow \max, \quad f_2(y_2) = y_2 p - 20 y_2^2 \rightarrow \max.$$

Возьмем производную от целевых функций и приравняем к нулю:

$$\frac{df_1(y_1)}{dy_1} = p - 2 \cdot 10 y_1 = 0, \quad \frac{df_2(y_2)}{dy_2} = p - 2 \cdot 20 y_2 = 0.$$

Решив полученные уравнения, определим оптимальные планы для подразделений:

$$y_1 = \frac{p}{20} = \frac{4000}{20} = 200 \text{ ед.}, \quad y_2 = \frac{p}{40} = \frac{4000}{40} = 100 \text{ ед.}$$

Максимальная прибыль агентов составит:

$$\pi_1^{\max}(200) = x_1 p - 10x_1^2 = 200 \cdot 4000 - 10 \cdot 200^2 = 400000 \text{ руб.}$$

$$\pi_2^{\max}(100) = x_2 p - 20x_2^2 = 100 \cdot 4000 - 20 \cdot 100^2 = 200000 \text{ руб.}$$

Численное решение оптимизационной задачи для агентов находится по алгоритму, изложенному в подразделе 3.2.1. В качестве начального приближения для неизвестной переменной можно выбрать любое значение из допустимой области, в данном случае $x_1=75, x_2=75$. Структура электронной таблицы для определения оптимального плана первого агента представлена на рис. 3.4.

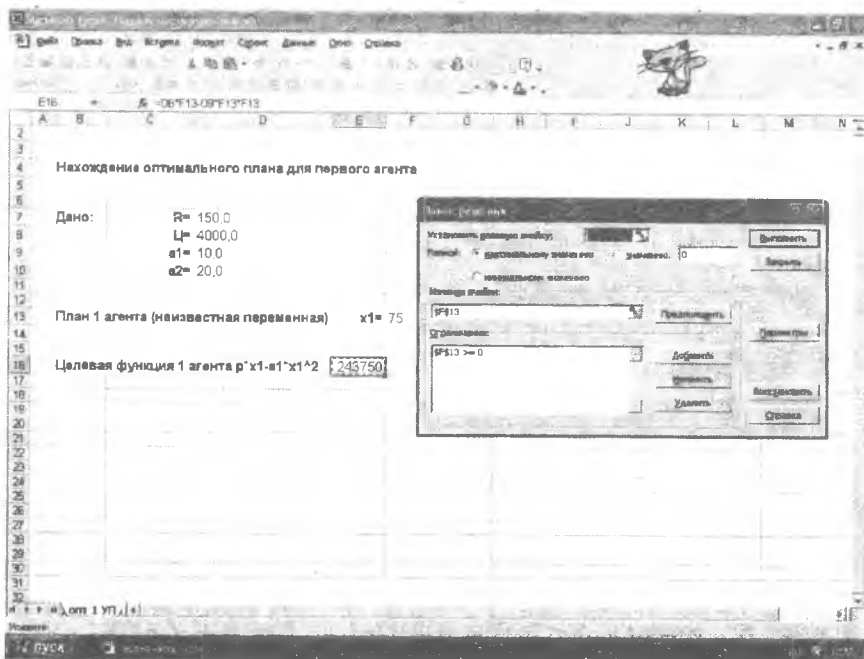


Рис. 3.4. Структура ЭТ для определения оптимального плана первого агента

Результаты решения оптимизационной задачи для первого агента представлены на рис. 3.5. Аналогично решается задача и для второго агента. Результаты решения оптимизационной задачи для второго агента представлены на рис. 3.6. Для каждого решения оптимизационной задачи обязательно предоставление *отчёта по результатам* в приложении.

После решения оптимизационной задачи для агентов аналитическим и численным способами необходимо сравнить полученные результаты. Если результаты не совпадают, то следовательно при решении задачи одним из способов допущена ошибка. В данном примере результаты совпадают, что подтверждает правильность решения оптимизационных задач.

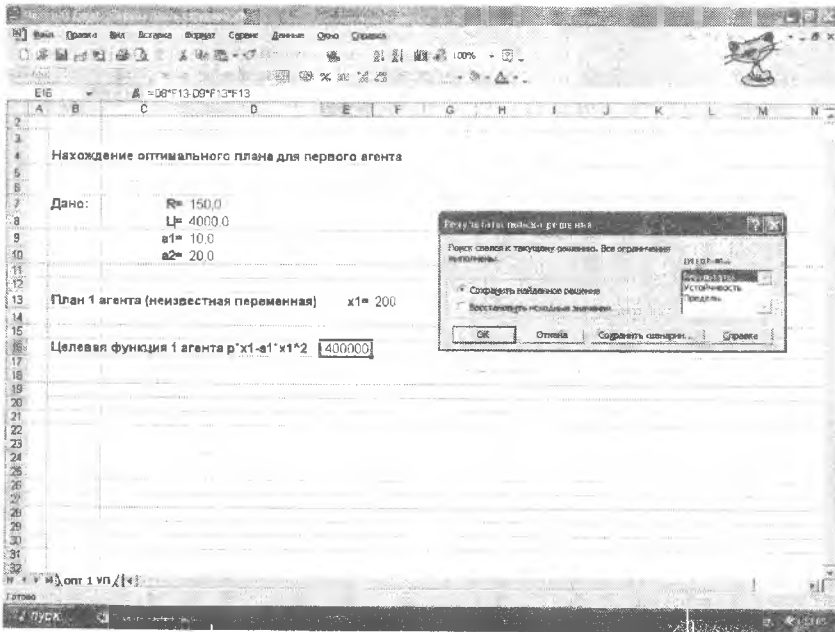


Рис. 3.5. Результаты поиска оптимального плана первого агента

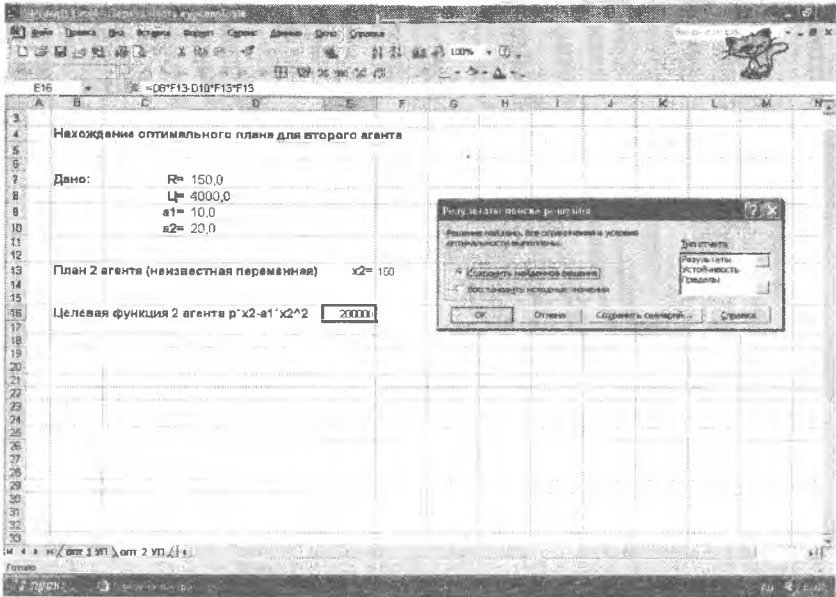


Рис. 3.6. Результаты поиска оптимального плана второго агента

Сравнивая полученные результаты с прибылью подразделений при оптимальном плане центра, приходим к выводу о противоречиях в интересах центра и агентов.

3.3. Исследование механизма прямых приоритетов

Оптимальной стратегией агентов в случае использования центром принципа прямых приоритетов является сообщение центру максимально возможной заявки, которая ограничена величиной имеющегося заказа R , $s_1^* = s_2^* = R = 150$. Эти заявки соответствуют равновесной ситуации Нэша. Для исследования механизма прямых приоритетов проведём имитационное моделирование с помощью электронной таблицы Excel. Для проведения исследования примем заявку первого агента постоянной и равной равновесной, $s_1^* = R = 150 = \text{const}$. Заявку второго агента (выбираемую студентом

Формулы для моделирования механизма прямых приоритетов

№ шага	s_1	s_2	x_1	x_2	π_1	π_2	π
1							
·	$R = \text{const}$		$\frac{S_1}{S_1 + S_2} R$	$\frac{S_2}{S_1 + S_2} R$	$x_1 p - \alpha_1 x_1^2$	$x_2 p - \alpha_2 x_2^2$	$R p - \alpha_1 x_1^2 - \alpha_2 x_2^2$
·							
N							

N-количество шагов

Результаты моделирования механизма прямых приоритетов

Заказ $R = 150$, цена $p = 4000$, $\alpha_1 = 10$, $\alpha_2 = 20$

№	s_1	s_2	x_1	x_2	π_1	π_2	π
1	150	50	112,50	37,50	323437,50	121875,00	445312,50
2	150	60	107,14	42,86	313775,51	134693,88	448469,39
3	150	70	102,27	47,73	304493,80	145351,24	449845,04
4	150	80	97,83	52,17	295604,91	154253,31	449858,22
5	150	90	93,75	56,25	287109,38	161718,75	448828,13
6	150	100	90,00	60,00	279000,00	168000,00	447000,00
7	150	110	86,54	63,46	271264,79	173298,82	444563,61
8	150	120	83,33	66,67	263888,89	177777,78	441666,67
9	150	130	80,36	69,64	256855,87	181568,88	438424,74
10	150	140	77,59	72,41	250148,63	184780,02	434928,66
11	150	150	75,00	75,00	243750,00	187500,00	431250,00

самостоятельно) будем варьировать от начального значения до максимально возможной заявки $s_2^* = 150$.

Формулы для проведения расчётов приведены в таблице 3.1. Количество итераций должно быть не меньше десяти. Результаты моделирования приведены в таблице 3.2. Ситуация равновесия по Нэшу достигается на 11-м шаге, максимальная прибыль фирмы достигается на 4-м шаге, эти строчки выделены курсивом. Таким образом, интересы центра и агентов не согласованы. В ситуации равновесия потери центра из-за неэффективного управления равны:

$$\Delta\pi(x_1, x_2) = \pi^{\max} - \pi = 450000 - 431250 = 18750 \text{ руб.}$$

Эффективность механизма прямых приоритетов в ситуации равновесия

$$K = \frac{\pi(x)}{\pi^{\max}(x)} = \frac{431250}{450000} = 0,96 .$$

График, иллюстрирующий результаты моделирования механизма прямых приоритетов, приведен на рис. 3.7. Анализируя результаты численного моделирования, делаем вывод о неэффективности механизма прямых приоритетов.

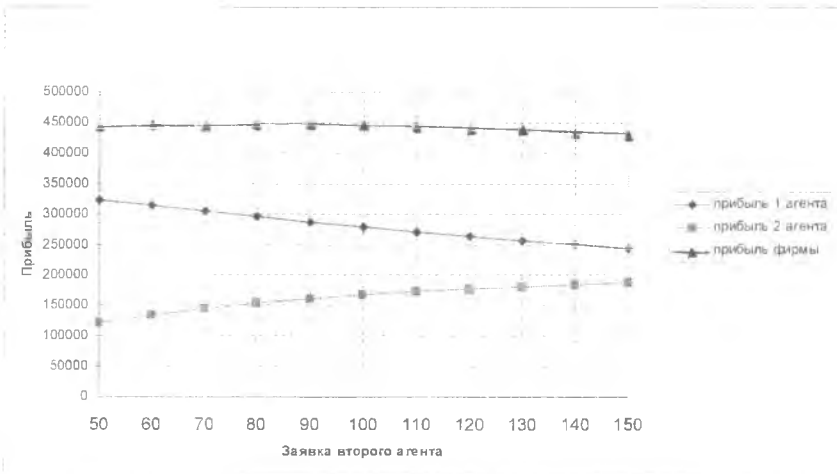


Рис. 3.7. Исследование механизма прямых приоритетов

3.4. Исследование механизма обратных приоритетов

В случае использования центром принципа обратных приоритетов заявки агентов в равновесной ситуации Нэша определяются по формулам:

$$s_1^* = \frac{\sqrt{A_1}}{\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}} R = \frac{\sqrt{400000}}{\sqrt{40000} + \sqrt{200000}} 150 \approx 87,87 \text{ ед.}$$

$$s_2^* = \frac{\sqrt{A_2}}{\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}} R = \frac{\sqrt{200000}}{\sqrt{40000} + \sqrt{200000}} 150 \approx 62,13 \text{ ед.}$$

Для исследования механизма обратных приоритетов проведём имитационное моделирование с помощью электронной таблицы Excel. Для проведения исследования примем заявку первого агента постоянной и равной равновесной $s_1^* = 87,87$. Заявку второго агента будем варьировать так, чтобы равновесная заявка второго агента s_2^* находилась посередине изменяемого диапазона. Шаг изменения заявки второго агента выбирается студентом самостоятельно. Формулы для проведения расчётов приведены в таблице 3.3. Количество итераций должно быть не меньше десяти. Результаты моделирования приведены в таблице 3.4. Ситуация равновесия по Нэшу достигается на 6-м шаге, эта строчка выделена курсивом. На этом же шаге достигается максимальная прибыль центра. Таким образом, интересы центра и агентов согласованы. В ситуации равновесия потери центра из-за неэффективного управления равны

$$\Delta\pi(x_1, x_2) = \pi^{\max} - \pi = 450000 - 445584 = 4416 \text{ руб.}$$

Эффективность механизма обратных приоритетов:

$$K = \frac{\pi(x)}{\pi^{\max}(x)} = \frac{445584}{450000} = 0,99.$$

График, иллюстрирующий результаты моделирования механизма обратных приоритетов, приведен на рис. 3.8. Анализируя результаты численного моделирования, можно сделать вывод: механизм обратных

Таблица 3.3

Формулы для моделирования механизма обратных приоритетов

Шаг	S_1	A_1	S_2	A_2	x_1	x_2	π_1	π_2	π
1									
2				π_2^{max}					
...									
N	$x_1^* = \frac{\sqrt{A_1}}{\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}} \cdot R$	π_1^{max}			$\left[\frac{A_1/S_1}{A_1/S_1 + A_2/S_2} \cdot R \right]$	$\left[\frac{A_2/S_2}{A_1/S_1 + A_2/S_2} \cdot R \right]$	$A_1 \cdot p - \alpha_1 x_1^2$	$x_2 \cdot p - \alpha_2 x_2^2$	$(p - \alpha_1 x_1^2) - \alpha_2 x_2^2$

Таблица 3.4

Результаты моделирования механизма обратных приоритетов

$$R=150 \quad p=4000 \quad \alpha_1=10 \quad \alpha_2=20$$

N_0	S_1	A_1	S_2	A_2	x_1	x_2	π_1	π_2	π
1	87,87	400000	40,00	200000	71,5	40,00	234838	128000	362838
2	87,87	400000	45,00	200000	75,9	45,00	245989	139500	385489
3	87,87	400000	50,00	200000	79,8	50,00	255624	150000	405624
4	87,87	400000	55,00	200000	83,4	55,00	264019	159500	423519
5	87,87	400000	60,00	200000	86,6	60,00	271389	168000	439389
6	87,87	400000	62,13	200000	87,9	62,13	274264	171320	445584
7	87,87	400000	70,00	200000	87,9	57,84	274264	164453	438717
8	87,87	400000	75,00	200000	87,9	55,41	274264	160234	434498
9	87,87	400000	80,00	200000	87,9	53,17	274264	156147	430411
10	87,87	400000	85,00	200000	87,9	51,11	274264	152200	426464
11	87,87	400000	90,00	200000	87,9	49,20	274264	148395	422660

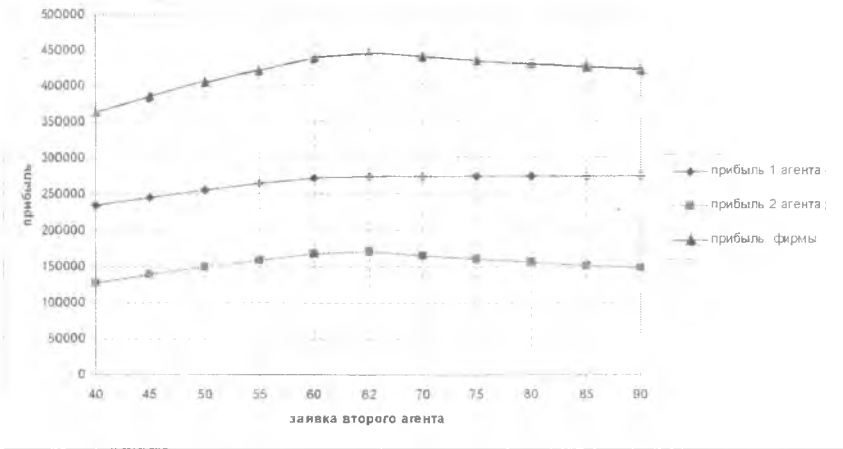


Рис. 3.8. Исследование механизма обратных приоритетов

приоритетов более эффективный, чем механизм прямых приоритетов. Однако механизм обратных приоритетов также не обеспечивает получения максимально возможной прибыли для центра.

3.5. Исследование механизма внутренних цен

В случае использования центром механизма внутренних цен заявки агентов в равновесной ситуации Нэша равны оптимальным для них планам, определённым в задаче 3.2: $s_1^* = y_1^{opt} = 200$ и $s_2^* = y_2^{opt} = 100$.

Для исследования механизма внутренних цен проведём имитационное моделирование с помощью электронной таблицы Excel. Для проведения исследования примем заявку первого агента постоянной и равной равновесной $s_1 = y_1^{opt} = 200$. Заявку второго агента будем варьировать так, что бы равновесная заявка второго агента s_2^* находилась посередине изменяемого диапазона. Шаг изме-

нения заявки второго агента выбирается студентом самостоятельно. Формулы для проведения расчётов приведены в таблице 3.5. Количество итераций должно быть не меньше десяти. Результаты моделирования приведены в таблице 3.6. Ситуация равновесия по Нэшу достигается на 5-м шаге, эта строчка выделена курсивом. На этом же шаге достигается максимальная прибыль центра. Таким образом, интересы центра и агентов согласованы. В ситуации равновесия потери центра отсутствуют:

$$\Delta\pi(x_1, x_2) = \pi^{\max} - \pi = 450000 - 450000 = 0 \text{ руб.}$$

Эффективность механизма внутренних цен

$$K = \frac{\pi(x)}{\pi^{\max}(x)} = \frac{450000}{450000} = 1$$

При сообщении агентами достоверной информации центр получает максимальную прибыль (отсутствует недополучение прибыли).

График, иллюстрирующий результаты моделирования механизма внутренних цен приведен на рис. 3.9. Анализируя результаты численного моделирования, можно сделать вывод: механизм внутренних цен обеспечивает сообщение агентами достоверной информации, согла-

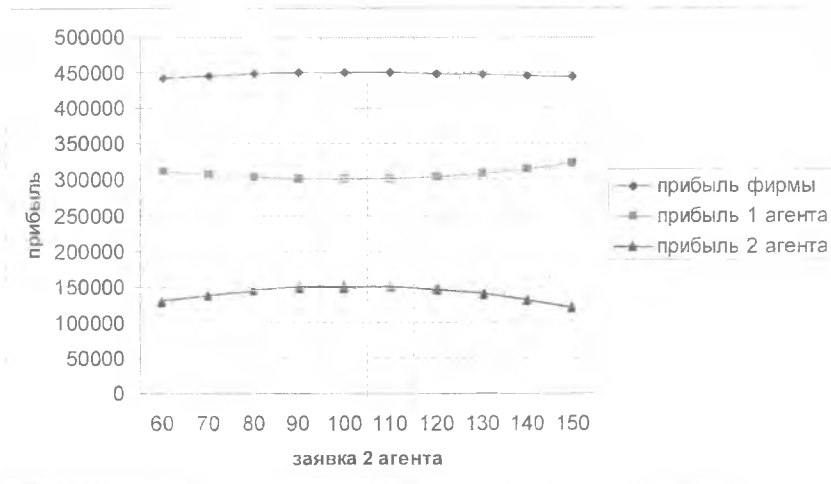


Рис. 3.9. Исследование механизма внутренних цен

Таблица 3.5

Формулы для моделирования механизма внутренних цен

Шар	s_1	s_2	a	x_1	x_2	π_1^{OH}	π_2^{OH}	π	π_1	π_2
1			$\frac{R}{s_1 + s_2}$	$\frac{s_1 - R}{s_1 + s_2}$	$\frac{s_2 - R}{s_1 + s_2}$	$\alpha x_1 - \alpha_1 x_1^2$	$\alpha s_2 - \alpha_2 x_2^2$	$Rp - \alpha_1 x_1^2 - \alpha_2 x_2^2$	$\pi_1 = \frac{\pi_1^{OH}}{\pi_1^{OH} + \pi_2^{OH}} \pi$	$\pi_2 = \frac{\pi_2^{OH}}{\pi_1^{OH} + \pi_2^{OH}} \pi$
.										
.										
.										
N										

Таблица 3.6

Результаты моделирования механизма внутренних цен

№	s_1	s_2	a	x_1	x_2	π_1^{OH}	π_2^{OH}	π	π_1	π_2
1	200	60	2308	115	35	133136	55917	442899	311901	130998
2	200	70	2222	111	39	123457	56173	446296	306733	139563
3	200	80	2143	107	43	114796	55102	448469	303020	145450
4	200	90	2069	103	47	107015	52973	449643	300765	148879
5	200	100	2000	100	50	100000	50000	450000	300000	150000
6	200	110	1935	97	53	93652	46358	449688	300795	148893
7	200	120	1875	94	56	87891	42188	448828	303262	145566
8	200	130	1818	91	59	82645	37603	447521	307574	139946
9	200	140	1765	88	62	77855	32699	445848	313977	131870
10	200	150	1714	86	64	73469	27551	443878	322820	121058

сование интересов центра и агентов, максимально возможную прибыль центра. Механизм внутренних цен является самым эффективным механизмом распределения заказа.

4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ

4.1. Описание экономической ситуации. Постановка задачи

Руководитель поручает работу бригаде, состоящей из двух рабочих. Центр использует пропорциональную систему стимулирования: $\sigma_i(y_i) = \alpha_i y_i$, где α_i - ставка оплаты единицы произведенной i -м рабочим продукции. Известна функция затрат каждого рабочего: $c_1(y_1) = \beta_1 y_1^2$, $c_2(y_2) = \beta_2 y_2^2$. Известна рыночная цена, по которой продается продукция, p руб., фонд заработной платы (ФЗП) бригады R руб.

Определить согласованные параметры системы стимулирования для трёх случаев:

- 1) независимых агентов (отсутствия ограничения на ФЗП);
- 2) слабо связанных агентов (существует ограничение на ФЗП R);
- 3) сильно связанных агентов, затраты каждого рабочего зависят от действий другого рабочего: $c_1(y_1) = \beta_1 (y_1 + y_2)^2$,

$$c_2(y_2) = \beta_2 (y_2 + y_1)^2$$

Задание 3 является необязательным и рекомендовано для выполнения студентам, желающим защитить курсовую работу на оценку "отлично".

Изобразить графическую иллюстрацию данных задач. Сделать выводы.

Исходные данные студент выбирает из приложения № 5 в соответствии с вариантом, назначенным преподавателем.

4.2. Определение параметров системы стимулирования с независимыми агентами

Рассмотрим методику определения параметров системы стимулирования при следующих исходных данных:

$$p=1000 \text{ руб.}, \beta_1 = 0,4, \beta_2 = 0,6.$$

Запишем целевую функцию центра:

$$F = 1000(y_1 + y_2) - \alpha_1 y_1 - \alpha_2 y_2 \rightarrow \max.$$

Целевая функция агентов:

$$f(y_1, \alpha_1) = \alpha_1 y_1 - 0,4 y_1^2 \rightarrow \max.$$

$$f(y_2, \alpha_2) = \alpha_2 y_2 - 0,6 y_2^2 \rightarrow \max.$$

Задача стимулирования формулируется следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1000(y_1^* + y_2^*) - \alpha_1 y_1^* - \alpha_2 y_2^* \rightarrow \max, \end{array} \right. \quad (4.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1^* = \arg \max_{y_1 \in Y_1} (\alpha_1 y_1 - 0,4 y_1^2), \end{array} \right. \quad (4.2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} y_2^* = \arg \max_{y_2 \in Y_2} (\alpha_2 y_2 - 0,6 y_2^2). \end{array} \right. \quad (4.3)$$

Первый этап. Найдем реакцию первого агента из решения оптимизационной задачи (4.1). Для этого продифференцируем выражение (4.2) по y_1 и приравняем нулю:

$$\frac{df(y_1, \alpha_1)}{dy_1} = \alpha_1 - 0,8 y_1^* = 0.$$

Решая уравнение, определим реакцию первого агента:

$$y_1^* = \frac{\alpha_1}{0,8}.$$

Аналогично найдём реакцию второго агента: $y_2^* = \frac{\alpha_2}{1,2}$

Второй этап. Подставим реакцию агентов в целевую функцию (4.1):

$$F = 1000\left(\frac{\alpha_1}{0,8} + \frac{\alpha_2}{1,2}\right) - \alpha_1 \frac{\alpha_1}{0,8} - \alpha_2 \frac{\alpha_2}{1,2} \rightarrow \max. \quad (4.4)$$

Продифференцировав (4.4) по α_1 , α_2 и приравняв нулю, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dF}{d\alpha_1} = \frac{1000}{0,8} - \frac{2\alpha_1}{0,8} = 0, \\ \frac{dF}{d\alpha_2} = \frac{1000}{1,2} - \frac{2\alpha_2}{1,2} = 0. \end{cases}$$

Решая систему, определим параметры α_1 , α_2 :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 500.$$

Таким образом, данная система стимулирования является *унифицированной* - зависимость вознаграждения от выбираемых действий для всех агентов одинакова.

4.3. Определение параметров системы стимулирования со слабо связанными агентами

Рассмотрим методику определения параметров системы стимулирования при следующих исходных данных: $p = 1000$ руб.; $\beta_1 = 0,4$; $\beta_2 = 0,6$; $R = 20000$ руб.

Сформулируем задачу стимулирования:

$$\begin{cases} 1000y_1^* + 1000y_2^* - \alpha_1 y_1^* - \alpha_2 y_2^* \rightarrow \max, & (4.5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_1^* = \operatorname{argmax}_{y_1 \in I_1} (\alpha_1 y_1 - 0,4y_1^2), & (4.6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_2^* = \operatorname{argmax}_{y_2 \in I_2} (\alpha_2 y_2 - 0,6y_2^2), & (4.7) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha_1 y_1^* + \alpha_2 y_2^* \leq 20000. & (4.8) \end{cases}$$

Первый этап. Из выражений (4.6) и (4.7) определим реакцию агентов. Для нахождения экстремумов функций одной переменной продифференцируем функции и приравняем нулю:

$$\frac{df_1(y_1)}{dy_1} = \alpha_1 - 0,8y_1 = 0, \quad \frac{df_2(y_2)}{dy_2} = \alpha_2 - 1,2y_2 = 0.$$

Из решения уравнений следует $y_1^* = \frac{5\alpha_1}{4}$, $y_2^* = \frac{5\alpha_2}{6}$.

Второй этап. Подставим $y_1^* = \frac{5\alpha_1}{4}$ и $y_2^* = \frac{5\alpha_2}{6}$ в выражение для целевой функции центра (4.5) и ограничение (4.8), получим задачу на условный экстремум:

$$\begin{cases} 1000 \frac{5\alpha_1}{4} + 1000 \frac{5\alpha_2}{6} - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6} \rightarrow \max, \\ \frac{5\alpha_1^2}{4} + \frac{5\alpha_2^2}{6} \leq 20000. \end{cases}$$

Для ее решения применим метод множителей Лагранжа. Запишем функцию Лагранжа:

$$L(\alpha_i) = 1250\alpha_1 + \frac{2500\alpha_2}{3} - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6} + \lambda(20000 - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6}).$$

Найдём частные производные от функции Лагранжа по неизвестным α_1 , α_2 и λ :

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha_1} = 1250 - \frac{10\alpha_1}{4} + 10\lambda \frac{\alpha_1}{4} = 0, \quad (4.9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha_2} = \frac{2500}{3} - \frac{10\alpha_2}{6} + 10\lambda \frac{\alpha_2}{6} = 0, \quad (4.10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 20000 - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6} = 0. \quad (4.11)$$

Выразим из (4.9) и (4.10) неизвестные α_1, α_2 :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{500}{(1-\lambda)} = \alpha .$$

Из ограничения (4.11) определяем параметр системы стимулирования:

$$\alpha = \sqrt{\frac{20000}{5/4 + 5/6}} = \sqrt{\frac{20000}{50/24}} = 97,98 .$$

Таким образом, параметры функций стимулирования для обоих агентов одинаковы. Данная система стимулирования также является унифицированной.

5. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ СОГЛАСОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ "ПОСТАВЩИКИ-ЗАКАЗЧИК"

5.1. Описание экономической ситуации. Постановка задачи

Производственная система состоит из заказчика и двух поставщиков, рис. 5.1. Каждый поставщик производит один вид комплектующих. Заказчик собирает из двух комплектующих конечное изделие.

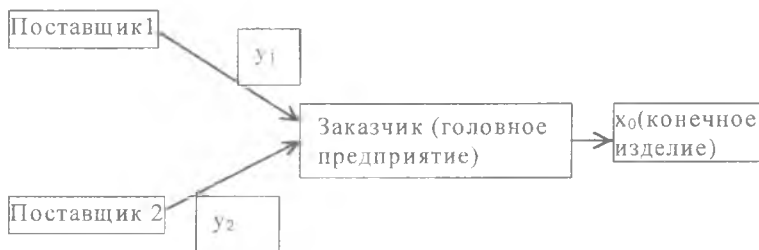


Рис. 5.1. Система "заказчик - два поставщика"

Поставщики изготавливают комплектующие детали объёмом $y_i, i = 1, 2$ шт., из которых заказчик собирает готовые изделия, объёмом

ёмом x_0 шт. и продаёт по цене p_0 . Известны затраты заказчика на сборку готового изделия $C_0(x_0) = 2x_0^2 + 4x_0 + 6$. Максимально возможный выпуск продукции заказчика $Q_0^{\max} = 1400$ шт. Спрос на готовое изделие $R = 1300$ шт. Договорные цены комплектующих p_i , $i = 1, 2$. применяемость первого поставщика $b_1 = 2$; применяемость второго поставщика $b_2 = 1$. Затраты на производство поставщиками комплектующих деталей определяются соответственно: $C_1(y_1) = 0,2y_1^2 + 2y_1 + 4$, $C_2(y_2) = 0,4y_2^2 + y_2 + 2$, где y_i - объём выпуска комплектующих i -го поставщика. Максимально возможный выпуск продукции первым и вторым поставщиками: $Q_1^{\max} = 1800$ шт., $Q_2^{\max} = 1500$ шт.

Разработать согласованные механизмы управления в производственной системе с помощью выплаты премии и изменения договорных цен.

Определить:

- 1) оптимальный объём выпуска готовых изделий заказчиком;
- 2) оптимальный объём выпуска комплектующих поставщиками;
- 3) убытки поставщиков при выполнении плана заказчика (нижнюю границу для функции стимулирования);
- 4) дополнительный эффект заказчика при выполнении его плана (верхнюю границу для функции стимулирования);

Изобразить графическую иллюстрацию данной задачи. Сделать выводы.

Исходные данные студент выбирает из приложения № 6 в соответствии с вариантом, назначенным преподавателем.

5.2. Методика разработки согласованных механизмов управления в системе "поставщики-заказчик"

Рассмотрим методики разработки согласованных механизмов управления в системе "поставщики-заказчик" при следующих исходных данных: $p_0 = 1900$ руб., $p_1 = 310$ руб., $p_2 = 330$ руб.

Для исследований процессов взаимодействия поставщиков и заказчика сформулируем модель принятия решений поставщиками и заказчиками.

В качестве целевой функции поставщиков рассматривается максимизация прибыли. Целевые функции поставщиков имеют вид:

$$f_1(y_1) = p_1 y_1 - c_1(y_1) = p_1 y_1 - (0,2 y_1^2 + 2 y_1 + 4) \rightarrow \max ,$$

$$f_2(y_2) = p_2 y_2 - c_2(y_2) = p_2 y_2 - (0,4 y_2^2 + y_2 + 2) \rightarrow \max .$$

Поставщики не могут производить комплектующих больше, чем максимально возможный объём, из-за ограниченности основных фондов:

$$0 \leq y_i \leq Q_i^{\max}, \quad i=1,2 ,$$

где Q_i^{\max} - максимально возможный объём выпуска комплектующих i -м поставщиком.

Тогда модель принятия решений для первого поставщика имеет вид

$$\begin{cases} f_1(y_1) = p_1 y_1 - 0,2 y_1^2 - 2 y_1 - 4 \rightarrow \max , \\ 0 \leq y_1 \leq 1800 . \end{cases} \quad (5.1)$$

Соответственно для второго поставщика:

$$\begin{cases} f_2(y_2) = p_2 y_2 - 0,4 y_2^2 - y_2 - 2 \rightarrow \max , \\ 0 \leq y_2 \leq 1500 . \end{cases} \quad (5.2)$$

Оптимальным решением моделей (5.1) и (5.2) является

$$y_i^{opt} = \min(y_i^*, Q_i), \quad i=1,2,$$

где y_i^* - объём выпуска комплектующих i -м поставщиком, максимизирующий прибыль.

Для нахождения y_i^* про дифференцируем целевую функцию $f_i(y_i)$ по y_i и приравняем нулю:

$$\frac{df_i(y_i)}{dy_i} = 0, \quad i=1,2,$$

$$\frac{d[p_1 y_1 - 0,2 y_1^2 - 2 y_1 - 4]}{d y_1} = 0.$$

Для первого поставщика получим уравнение

$$p_1 - 0,4 y_1 - 2 = 0,$$

Решая уравнение, определим объём выпуска комплектующих первого поставщика, максимизирующий прибыль:

$$y_1^* = \frac{p_1 - 2}{0,4} = \frac{310 - 2}{0,4} = 770 \text{ шт.}$$

Аналогично и для второго поставщика:

$$\frac{d[p_2 y_2 - 0,4 y_2^2 - y_2 - 2]}{d y_2} = 0,$$

$$p_2 - 0,8 y_2 - 1 = 0,$$

$$y_2^* = \frac{p_2 - 1}{0,8} = \frac{330 - 1}{0,8} = 411 \text{ шт.}$$

Определим оптимальный объём выпуска комплектующих с учётом ограничений:

$$y_1^{opt} = \min(770; 800) = 770 \text{ шт.};$$

$$y_2^{opt} = \min(411; 500) = 411 \text{ шт.}$$

Рассчитаем, сколько готовых изделий можно собрать из комплектующих, произведённых поставщиками:

$$y_{01}^{opt} = \frac{y_1^{opt}}{b_1} = \frac{770}{2} = 385 \text{ шт.}, \quad y_{02}^{opt} = \frac{y_2^{opt}}{b_2} = \frac{411}{1} = 411 \text{ шт.}$$

В качестве целевой функции заказчика рассмотрим максимизацию прибыли:

$$F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^2 p_i b_i x_0 - c_0(x_0) \rightarrow \max.$$

На объём выпуска готовых изделий наложено ограничение, связанное с невозможностью или нецелесообразностью производить

готовых изделий больше, чем максимально возможный объём выпуска Q_0 или спрос на изделия R :

$$0 \leq x_0 \leq \min(Q_0^{\max}, R).$$

Модель принятия решений для заказчика примет вид

$$\begin{cases} F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i x_0 - (2x_0^2 + 4x_0 + 6) \rightarrow \max, \\ x_0 \leq \min(Q_0^{\max}, R); \end{cases} \quad (5.3)$$

$$x_0^{opt} = \min(x_0^*; Q_0^{\max}; R).$$

где x_0^* - объём выпуска готовых изделий заказчиком, максимизирующий прибыль.

Для нахождения x_0^* про дифференцируем целевую функцию $F(x_0)$ по x_0 и приравняем нулю:

$$\frac{dF(x_0)}{dx_0} = p_0 - p_1 b_1 - p_2 b_2 - 4x_0 - 4 = 0.$$

Решая данное уравнение, получим

$$x_0^* = \frac{p_0 - p_1 b_1 - p_2 b_2 - 4}{4} = 237 \text{ шт.}$$

Учитывая ограничение, определим

$$x_0^{opt} = \min(237; 400; 300) = 237 \text{ шт.}$$

Так как оптимальное значение выпуска конечных изделий не равно оптимальному значению выпуска комплектующих $x_0^{opt} \neq y_{0i}^{opt}$, то в системе имеет место несовпадение экономических интересов между поставщиками и заказчиком (рис. 5.2).

Δf_i - убыток i -го поставщика. определяется как разность между максимальной прибылью поставщика и прибылью поставщика при выполнении плана заказчика:

$$\Delta f_i = f_i^{\max}(y_i^{opt}) - f_i(x_0 \cdot b_i), \quad i = 1, 2.$$

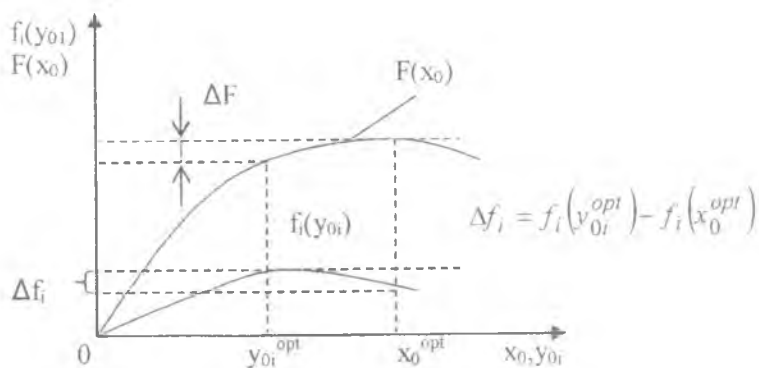


Рис. 5.2

ΔF - дополнительный эффект заказчика от согласования своих интересов с интересами поставщиков. Определяется как разность между максимальной прибылью заказчика и прибылью заказчика при реализации поставщиками собственных стратегий:

$$\Delta F = F^{\max}(y_i^{opt}) - F(y_0), \quad i = 1, 2,$$

где y_0 - количество готовых изделий, которые может собрать заказчик при реализации поставщиками собственных стратегий:

$$y_0 = \min(y_{01}; y_{02}) = \min(385; 411) = 385 \text{ шт.}$$

Возможно согласование экономических интересов поставщиков и заказчика путем перераспределения дополнительного эффекта ΔF между поставщиками. Распределение дополнительного эффекта ΔF может быть осуществлено с помощью выплаты премии S (функции стимулирования) или изменения договорных цен.

Для согласования экономических интересов поставщиков и заказчика необходимо, чтобы для функции стимулирования выполнялись следующие условия:

$$\sum_{i=1}^n \Delta f_i \leq S \leq \Delta F.$$

Определим максимальную прибыль поставщиков:

$$f_1^{\max}(770) = p_1 y_1 - 0,2 y_1^2 - 2 y_1 - 4 = 310 \cdot 770 - 0,2 \cdot (770)^2 - 2 \cdot 770 - 4 = 118576 \text{ руб.};$$

$$f_2^{\max}(411) = p_2 y_2 - 0,4 y_2^2 - y_2 - 2 = 330 \cdot 411 - 0,4 \cdot (411)^2 - 411 - 2 = 67648,6 \text{ руб.}$$

Определим прибыль поставщиков при плане заказчика:

$$f_1(x_0 b_1) = p_1 x_0 b_1 - 0,2(x_0 b_1)^2 - 2x_0 b_1 - 4 = 101052,8 \text{ руб.};$$

$$f_2(x_0 b_2) = p_2 x_0 b_2 - 0,4(x_0 b_2)^2 - x_0 b_2 - 2 = 55503,4 \text{ руб.}$$

Убытки поставщиков:

$$\Delta f_1 = f_1^{\max}(y_1^{opt}) - f_1(x_0 \cdot b_1) = 118576 - 101052,8 = 17523,2 \text{ руб.};$$

$$\Delta f_2 = f_2^{\max}(y_2^{opt}) - f_2(x_0 \cdot b_2) = 67648,6 - 55503,4 = 12145,2 \text{ руб.}$$

Суммарные убытки поставщиков являются нижней границей для функции стимулирования:

$$\Delta f = \Delta f_1 + \Delta f_2 = 29668,4 \text{ руб.}$$

Максимальная прибыль заказчика

$$F^{\max}(x_0^{opt}) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i x_0 - (2x_0^2 + 4x_0 + 6) = 111858 \text{ руб.}$$

Прибыль заказчика при реализации поставщиками собственных стратегий

$$F(y_0) = p_0 y_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i y_0 - (2y_0^2 + 4y_0 + 6) = 67754 \text{ руб.}$$

Дополнительный эффект заказчика является верхней границей для функции стимулирования:

$$\Delta F = F^{\max}(x_0^{opt}) - F(y_0) = F(236) - F(385) = 44104 \text{ руб.}$$

Условия согласования экономических интересов поставщиков и заказчика выполняются:

$$29668,4 \leq S \leq 44104.$$

Таким образом, для предложенного механизма управления определены границы изменения функции стимулирования.

Рассмотрим согласование экономических интересов поставщиков и заказчика на основе изменения договорных цен.

Для определения нижней границы договорных цен комплектующих поставщиков воспользуемся условием

$$\Delta p_i \geq \frac{\Delta f_i}{y_i} .$$

Определим нижнюю границу договорной цены комплектующих деталей первого поставщика:

$$\Delta p_1 \geq \frac{\Delta f_1}{y_1} = \frac{17523,2}{770} = 38,53 \text{ руб.}$$

Аналогично определим нижнюю границу договорной цены комплектующих деталей второго поставщика:

$$\Delta p_2 \geq \frac{\Delta f_2}{y_2} = \frac{12145,2}{411} = 29,55 \text{ руб.}$$

Для верхней границы договорных цен поставщиков должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n y_i \Delta p_i \leq \Delta F .$$

Суммарное увеличение доходов поставщиков от изменения договорных цен не может быть больше дополнительного эффекта заказчика. Зададим значение верхней границы договорной цены первого поставщика 40 руб. При этом значении выполняется условие согласования экономических интересов первого поставщика и заказчика:

$$38,53 \leq \Delta p_1 \leq 40 .$$

Тогда верхняя граница договорной цены второго поставщика определится:

$$\Delta p_2 \leq \frac{\Delta F - y_1 \Delta p_1}{y_2} = \frac{44104 - 770 \cdot 40}{411} = 32,37 \text{ руб.}$$

Условие согласования экономических интересов второго поставщика и заказчика также выполняется:

$$29,55 \leq \Delta p_2 \leq 32,37 .$$

Список литературы

1. *Бурков В.Н.* Экономические механизмы развития фирмы. Библиотека технологий управления. - М.: УНПК МФТИ, 1996. - 30 с.
2. *Бурков В.Н., Новиков Д.А.* Как управлять проектами: Научно-практическое издание. Сер. Информатизация России на пороге XXI века. - М.: Синтег, 1997.-188 с.
3. *Бурков В.Н., Новиков Д.А.* Как управлять организациями. - М.: Синтег, 2004.- 400 с.
4. *Гришанов Г.М., Павлов О.В.* Исследование систем управления: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2005. - 109 с.
5. *Коротков Э.М.* Исследование систем управления: Учебник.-М.: Издательско-консалтинговая компания "Дека", 2000. - 285 с.
6. *Новиков Д.А.* Стимулирование в организационных системах. - М.: Синтег, 2003.-312 с.

Приложение 1

**Образец титульного листа пояснительной записки
к курсовой работе**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА"

Факультет экономики и управления
Кафедра экономики

Пояснительная записка к курсовой работе

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Выполнил: Иванов И.И. гр. 741
Проверил: Павлов О.В.

Самара 2006

Образец бланка заданий на курсовую работу

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студенту 741 группы *Иванову Иван Ивановичу*, вариант № 15

Тема курсовой работы: *ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ*

1. Исследование систем управления распределением заказа.

Фирма занимается производством делимого продукта. Руководство фирмы (центр) заключило договор на производство продукта количеством $R=150$ единиц. Этот заказ могут выполнить два подразделения фирмы (агента). Цена единицы продукции $p=4000$ руб. Затраты первого и второго подразделений зависят от объёма выполняемого заказа: $c_1(x_1) = 10x_1^2$ и

$c_2(x_2) = 20x_2^2$. *Исследовать распределение заказа с помощью механизмов прямых приоритетов, обратных приоритетов, внутренних цен.*

Определить:

- 1) оптимальный план для центра и агентов;
- 2) равновесные заявки агентов в случае использования центром различных механизмов распределения заказа;
- 3) распределение заказа в равновесной ситуации;
- 4) прибыль центра и агентов в равновесной ситуации;
- 5) убытки центра по сравнению с оптимальным распределением ресурса;
- 6) эффективность различных механизмов распределения заказа.

2. Определение параметров системы стимулирования.

Руководитель (центр) поручает работу бригаде, состоящей из 2 рабочих. Рабочие (агенты) изготавливают однородную продукцию объёмом R , которую центр продаёт по цене $p=1000$ руб. Центр использует пропорциональную систему стимулирования $\sigma(y_i, \alpha_i) = \alpha_i y_i$, где α_i - ставка оплаты единицы продукции. Затраты агентов определяются соответственно $c_1 = 0,4y_1^2$; $c_2 = 0,6y_2^2$. Фонд заработной платы, которым располагает центр, составляет $R=20000$ руб. денежных единиц.

Определить согласованные параметры системы стимулирования:

- 1) для независимых агентов (отсутствия ограничения на ФЗП);
- 2) слабосвязанных агентов (существует ограничение на ФЗП R).

3. Разработка согласованных механизмов управления в производственной системе "поставщики-заказчик".

Производственная система состоит из заказчика и двух поставщиков. Поставщики изготавливают комплектующие детали объёмом y_i , $i=1,2$ шт., из

которых заказчик собирает готовые изделия объёмом x_0 шт. и продаёт по цене $p_0=1900$ руб. Известны затраты заказчика на сборку готового изделия

$C_0(x_0) = 2x_0^2 + 4x_0 + 6$. Максимально возможный выпуск продукции

заказчика $Q_0^{\max} = 1400$ шт. Спрос на готовое изделие $R=1300$ шт. Договорные

цены комплектующих $p_1=310$ руб; $p_2=330$ руб. Применямость поставщиков $b_1=2, b_2=1$. Затраты на производство поставщиками комплектующих деталей

определяются: $C_1(y_1) = 0,2y_1^2 + 2y_1 + 4$, $C_2(y_2) = 0,4y_2^2 + y_2 + 2$, где y_i -

объём выпуска комплектующих i -го поставщика. Максимально возможный

выпуск продукции первым и вторым поставщиками: $Q_1^{\max} = 1800$ шт., $Q_2^{\max} = 1500$ шт. Разработать согласованные механизмы управления в производственной системе с помощью выплаты премии и изменения договорных цен.

Определить:

- 1) оптимальный объём выпуска готовых изделий заказчиком;
- 2) оптимальный объём выпуска комплектующих поставщиков;
- 3) нижнюю и верхнюю границы для функции стимулирования и договорных цен.

График выполнения курсовой работы

Конт. точка	Наименование этапа работы	Объём	Срок
1	Исследование систем управления распределением заказа	30%	4 неделя
2	Определение оптимальных параметров системы стимулирования	60%	8 неделя
3	Разработка согласованных механизмов управления в системе «поставщики-заказчик»	90%	12 неделя
4	Оформление пояснительной записки и защита курсовой работы	100 %	16 неделя

Срок представления на кафедру законченной работы: 15 декабря 2006 года.

Дата выдачи задания: 5 сентября 2006 года.

Руководитель курсовой работы доцент Павлов О.В., _____

Задание принял к исполнению 5 сентября 2006 года _____

Пример реферата

РЕФЕРАТ

Курсовая работа, 30 с., 15 рис., 5 табл., 6 источников

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЦЕНТР, АГЕНТЫ, ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКАЗА, МЕХАНИЗМ ПРЯМЫХ ПРИОРИТЕТОВ, МЕХАНИЗМ ОБРАТНЫХ ПРИОРИТЕТОВ, МЕХАНИЗМ ВНУТРЕННИХ ЦЕН, ЗАДАЧА СТИМУЛИРОВАНИЯ, СОГЛАСОВАНИЕ ИНТЕРЕСОВ, ПОСТАВЩИК, ЗАКАЗЧИК

Цель курсовой работы заключается в развитии навыков исследовательской работы будущих менеджеров.

Для исследования систем управления используются экономико-математические методы: исследования операций, теории игр, теории активных систем.

Результатом исследований является обоснованный выбор системы управления распределением заказа, определение оптимальных параметров системы стимулирования, разработка согласованных механизмов управления в системе "поставщики-заказчик".

Реализация разработанных систем управления позволит увеличить эффективность деятельности рассматриваемых организаций.

Приложение 4

Номер вариан- та	Объём заказа	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го агента	Коэффициент функции затрат 2-го агента
№	R	p	α_1	α_2
1	300	10000	15	30
2	300	11000	12	20
3	300	12000	14	22
4	300	13000	16	28
5	300	14000	18	30
6	300	15000	20	34
7	300	16000	22	32
8	300	17000	24	35
9	300	18000	26	36
10	300	19000	28	40
11	300	20000	30	42
12	300	21000	32	44
13	300	22000	34	46
14	400	10000	15	20
15	400	11000	10	22
16	400	12000	14	26
17	400	13000	10	24
18	400	14000	12	18
19	400	15000	14	22
20	400	16000	22	38
21	400	17000	18	34
22	400	18000	16	30
23	400	19000	18	34
24	400	20000	14	32
25	400	21000	16	36

Продолжение прил. 4

Номер варианта	Объём заказа	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го агента	Коэффициент функции затрат 2-го агента
№	R	p	α_1	α_2
26	400	22000	18	40
27	500	10000	12	20
28	500	11000	14	26
29	500	12000	10	24
30	500	13000	14	22
31	500	14000	16	28
32	500	15000	16	26
33	500	16000	18	28
34	500	17000	20	30
35	500	18000	22	32
36	500	19000	24	36
37	500	20000	26	38
38	500	21000	20	36
39	500	22000	16	28
40	500	23000	18	26
41	900	10000	4	10
42	900	11000	6	12
43	900	12000	5	8
44	900	13000	8	12
45	900	14000	6	14
46	900	15000	8	12
47	900	16000	10	14
48	900	17000	8	16
49	900	18000	10	15
50	900	19000	12	16

Продолжение прил. 4

Номер варианта	Объём заказа	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го агента	Коэффициент функции затрат 2-го агента
№	R	p	α_1	α_2
51	900	20000	10	18
52	1000	21000	12	18
53	1000	22000	14	20
54	1000	23000	16	22
55	1000	24000	18	24
56	1000	25000	16	24
57	1000	26000	14	26
58	1000	27000	16	25
59	1000	28000	12	20
60	1000	29000	10	22
61	1000	30000	12	26
62	1000	31000	8	18
63	1100	25000	10	18
64	1100	26000	14	20
65	1100	27000	16	22
66	1100	28000	18	24
67	1100	29000	8	18
68	1100	30000	10	20
69	1100	31000	12	22
70	1100	32000	14	25
71	1100	33000	16	26
72	1100	34000	18	28
73	1100	35000	16	26
74	1100	36000	18	28
75	1100	37000	20	30
76	1100	38000	12	24
77	1100	39000	14	26

Продолжение прил. 4

Номер варианта	Объём заказа	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го агента	Коэффициент функции затрат 2-го агента
№	R	p	α_1	α_2
78	1100	40000	10	18
79	1100	41000	12	20
80	1100	42000	14	28
81	600	20000	12	20
82	600	21000	14	22
83	600	22000	16	24
84	600	23000	18	28
85	600	24000	20	30
86	600	25000	22	32
87	600	26000	24	36
88	600	27000	25	35
89	600	28000	26	34
90	600	29000	28	40
91	600	30000	30	38
92	600	31000	32	42
93	600	32000	34	46
94	700	20000	10	22
95	700	21000	12	20
96	700	22000	14	26
97	700	23000	16	30
98	700	24000	18	28
99	700	25000	24	32
100	700	26000	26	34
101	700	27000	25	35
102	700	28000	28	38
103	700	29000	30	42

Окончание прил. 4

Номер варианта	Объём заказа	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го агента	Коэффициент функции затрат 2-го агента
№	R	p	α_1	α_2
104	700	30000	16	34
105	700	31000	18	30
106	700	32000	20	32
107	800	30000	12	22
108	800	30000	14	24
109	800	31000	16	28
110	800	32000	18	26
111	800	33000	20	30
112	800	34000	22	32
113	800	35000	24	34
114	800	36000	26	36
115	800	37000	12	20
116	800	38000	14	22
117	800	39000	16	24
118	800	40000	18	28
119	800	41000	20	30
120	800	42000	22	32

Приложение 5

Номер варианта	Фонд заработной платы	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го рабочего	Коэффициент функции затрат 2-го рабочего	Коэффициент взаимозависимости	Коэффициент взаимозависимости
№	R	p	β_1	β_2	γ_1	γ_2
1	20000	1000	15	30	0,1	0,8
2	21000	1100	12	20	0,2	0,7
3	22000	1200	14	22	0,3	0,6
4	22000	1300	16	28	0,4	0,5
5	23000	1400	18	30	0,5	0,4
6	24000	1500	20	34	0,6	0,3
7	25000	1600	22	32	0,7	0,2
8	26000	1700	24	35	0,8	0,1
9	27000	1800	26	36	0,9	0,4
10	28000	1900	28	40	0,1	0,5
11	29000	2000	30	42	0,2	0,6
12	30000	2100	32	44	0,3	0,7
13	31000	2200	34	46	0,4	0,8
14	32000	1000	15	20	0,5	0,9
15	33000	1100	10	22	0,6	0,1
16	34000	1200	14	26	0,7	0,2
17	35000	1300	10	24	0,8	0,3
18	36000	1400	12	18	0,9	0,4
19	37000	1500	14	22	0,1	0,5
20	38000	1600	22	38	0,2	0,6
21	39000	1700	18	34	0,3	0,7
22	40000	1800	16	30	0,4	0,8
23	41000	1900	18	34	0,5	0,9
24	42000	2000	14	32	0,6	0,1

Продолжение прил. 5

Номер варианта	Фонд заработной платы	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го рабочего	Коэффициент функции затрат 2-го рабочего	Коэффициент взаимозависимости	Коэффициент взаимозависимости
№	R	p	β_1	β_2	γ_1	γ_2
25	43000	2100	16	36	0,7	0,2
26	44000	2200	18	40	0,8	0,3
27	45000	1000	12	20	0,9	0,4
28	46000	1100	14	26	0,1	0,5
29	47000	1200	10	24	0,2	0,6
30	48000	1300	14	22	0,3	0,7
31	49000	1400	16	28	0,4	0,8
32	50000	1500	16	26	0,5	0,9
33	51000	1600	18	28	0,6	0,1
34	52000	1700	20	30	0,7	0,2
35	53000	1800	22	32	0,8	0,3
36	54000	1900	24	36	0,9	0,4
37	55000	2000	26	38	0,1	0,5
38	56000	2100	20	36	0,2	0,6
39	57000	2200	16	28	0,3	0,7
40	58000	2300	18	26	0,4	0,8
41	9000	1000	12	20	0,1	0,8
42	10000	1100	14	22	0,2	0,7
43	11000	1200	16	24	0,3	0,6
44	12000	1300	18	28	0,4	0,5
45	13000	1400	20	30	0,5	0,4
46	14000	1500	22	32	0,6	0,3
47	15000	1600	24	36	0,7	0,2
48	16000	1700	25	35	0,8	0,1
49	17000	1800	26	34	0,9	0,4

Продолжение прил. 5

Номер варианта	Фонд заработной платы	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го рабочего	Коэффициент функции затрат 2-го рабочего	Коэффициент взаимозависимости	Коэффициент взаимозависимости
№	R	p	β_1	β_2	γ_1	γ_2
50	18000	1900	28	40	0,1	0,5
51	19000	2000	30	38	0,2	0,6
52	20000	2100	32	42	0,3	0,7
53	21000	2200	34	46	0,4	0,8
54	22000	1000	10	22	0,5	0,9
55	23000	1100	12	20	0,6	0,1
56	24000	1200	14	26	0,7	0,2
57	25000	1300	16	30	0,8	0,3
58	26000	1400	18	28	0,9	0,4
59	27000	1500	24	32	0,1	0,5
60	28000	1600	26	34	0,2	0,6
61	29000	1700	25	35	0,3	0,7
62	30000	1800	28	38	0,4	0,8
63	31000	1900	30	42	0,5	0,9
64	32000	2000	16	34	0,6	0,1
65	33000	2100	18	30	0,7	0,2
66	34000	2200	20	32	0,8	0,3
67	35000	1000	12	22	0,9	0,4
68	36000	1100	14	24	0,1	0,5
69	37000	1200	16	28	0,2	0,6
70	38000	1300	18	26	0,3	0,7
71	39000	1400	20	30	0,4	0,8
72	40000	1500	22	32	0,5	0,9
73	41000	1600	24	34	0,6	0,1

Продолжение прил. 5

Номер варианта	Фонд заработной платы	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го рабочего	Коэффициент функции затрат 2-го рабочего	Коэффициент взаимозависимости	Коэффициент взаимозависимости
№	R	p	β_1	β_2	γ_1	γ_2
74	42000	1700	26	36	0,7	0,2
75	43000	1800	12	20	0,8	0,3
76	44000	1900	14	22	0,9	0,4
77	45000	2000	16	24	0,1	0,5
78	46000	2100	18	28	0,2	0,6
79	47000	2200	20	30	0,3	0,7
80	48000	2300	22	32	0,4	0,8
81	10000	10	0,012	0,020	0,1	0,8
82	10000	11	0,014	0,022	0,2	0,7
83	11000	12	0,016	0,024	0,3	0,6
84	12000	13	0,018	0,028	0,4	0,5
85	13000	14	0,020	0,030	0,5	0,4
86	14000	15	0,022	0,032	0,6	0,3
87	15000	16	0,024	0,036	0,7	0,2
88	16000	17	0,025	0,035	0,8	0,1
89	17000	18	0,026	0,034	0,9	0,4
90	18000	19	0,028	0,040	0,1	0,5
91	19000	20	0,030	0,038	0,2	0,6
92	20000	21	0,032	0,042	0,3	0,7
93	21000	22	0,034	0,046	0,4	0,8
94	22000	10	0,010	0,022	0,5	0,9
95	23000	11	0,012	0,020	0,6	0,1
96	24000	12	0,014	0,026	0,7	0,2
97	25000	13	0,016	0,030	0,8	0,3
98	26000	14	0,018	0,028	0,9	0,4

Окончание прил. 5

Номер варианта	Фонд заработной платы	Цена	Коэффициент функции затрат 1-го рабочего	Коэффициент функции затрат 2-го рабочего	Коэффициент взаимозависимости	Коэффициент взаимозависимости
№	R	p	β_1	β_2	γ_1	γ_2
99	27000	15	0,024	0,032	0,1	0,5
100	28000	16	0,026	0,034	0,2	0,6
101	29000	17	0,025	0,035	0,3	0,7
102	30000	18	0,028	0,038	0,4	0,8
103	31000	19	0,030	0,042	0,5	0,9
104	32000	20	0,016	0,034	0,6	0,1
105	33000	21	0,018	0,030	0,7	0,2
106	34000	22	0,020	0,032	0,8	0,3
107	35000	10	0,012	0,022	0,9	0,4
108	36000	11	0,014	0,024	0,1	0,5
109	37000	12	0,016	0,028	0,2	0,6
110	38000	13	0,018	0,026	0,3	0,7
111	39000	14	0,020	0,030	0,4	0,8
112	40000	15	0,022	0,032	0,5	0,9
113	41000	16	0,024	0,034	0,6	0,1
114	42000	17	0,026	0,036	0,7	0,2
115	43000	18	0,012	0,020	0,8	0,3
116	44000	19	0,014	0,022	0,9	0,4
117	45000	20	0,016	0,024	0,1	0,5
118	46000	21	0,018	0,028	0,2	0,6
119	47000	22	0,020	0,030	0,3	0,7
120	48000	23	0,022	0,032	0,4	0,8

Приложение 6

Номер варианта	Цена готового изделия	Цена комплектующих 1-го поставщика	Цена комплектующих 2-го поставщика
№	P ₀	P ₁	P ₂
1	1600	260	300
2	1800	280	320
3	2000	320	360
4	1800	260	270
5	1700	250	280
6	1600	270	310
7	2000	190	200
8	1900	210	260
9	2000	300	320
10	1800	260	280
11	1700	240	250
12	1800	280	290
13	2000	220	280
14	1900	210	250
15	1800	280	300
16	2000	340	360
17	1800	320	350
18	1700	300	270
19	1700	280	290
20	1800	300	320
21	1800	290	330
22	1800	270	310
23	1800	290	360
24	1800	300	340
25	2000	310	340
26	2000	350	390

Продолжение прил. 6

Номер варианта	Цена готового изделия	Цена комплектующих 1-го поставщика	Цена комплектующих 2-го поставщика
№	P ₀	P ₁	P ₂
27	2000	340	400
28	2000	360	410
29	2000	370	420
30	2000	380	430
31	2000	320	340
32	2000	330	350
33	1700	290	350
34	1700	270	320
35	1700	290	310
36	1700	300	320
37	1900	280	300
38	1900	290	310
39	1900	300	320
40	1900	310	330
41	2000	250	220
42	2100	280	300
43	2200	270	270
44	2300	280	290
45	2400	290	260
46	2500	300	320
47	2600	310	320
48	2700	320	330
49	2800	330	340
50	2900	340	350
51	3000	350	380
52	3100	360	370
53	3200	370	360

Продолжение прил. 6

Номер варианта	Цена готового изделия	Цена комплектующих 1-го поставщика	Цена комплектующих 2-го поставщика
№	P ₀	P ₁	P ₂
54	3300	380	350
55	3400	390	320
56	3500	400	340
57	3600	410	350
58	3700	420	360
59	3800	430	370
60	3900	440	380
61	4000	450	440
62	4100	460	370
63	4200	470	380
64	4300	480	340
65	4400	490	310
66	4500	500	330
67	4600	510	340
68	4700	520	350
69	4800	530	360
70	4900	540	370
71	5000	560	340
72	5100	570	380
73	5200	580	390
74	5300	590	400
75	5400	600	410
76	5500	610	430
77	5600	620	440
78	5700	630	450
79	5800	640	460
80	5900	650	470

Продолжение прил. 6

Номер варианта	Цена готового изделия	Цена комплектующих 1-го поставщика	Цена комплектующих 2-го поставщика
№	P ₀	P ₁	P ₂
81	2000	360	350
82	2100	330	360
83	2200	340	370
84	2300	360	390
85	2400	380	400
86	2500	430	410
87	2600	440	420
88	2700	450	430
89	2800	460	440
90	2900	470	450
91	3000	480	460
92	3100	490	470
93	3200	500	480
94	3300	510	490
95	3400	520	500
96	3500	530	510
97	3600	540	520
98	3700	550	530
99	3800	560	540
100	3900	570	560
101	4000	450	570
102	4100	460	580
103	4200	470	590
104	4300	480	600
105	4400	490	610
106	4500	500	620
107	4600	510	630

Окончание прил. 6

Номер варианта	Цена готового изделия	Цена комплектующих 1-го поставщика	Цена комплектующих 2-го поставщика
№	P ₀	P ₁	P ₂
108	4700	520	640
109	4800	530	650
110	4900	540	660
111	5000	560	670
112	5100	570	680
113	5200	580	690
114	5300	590	700
115	5400	600	710
116	5500	610	720
117	5600	620	730
118	5700	630	740
119	5800	640	750
120	5900	650	760

Учебное издание

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Методические указания
к курсовой работе*

Составитель *Павлов Олег Валерьевич*

Редактор Л. Я. Чегодаева
Компьютерная верстка О. А. Ананьев

Подписано в печать 08.08.2006 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 3,3. Усл.кр.-отт. 3,4. Уч. - изд.л. 3,5.

Тираж 250 экз. Заказ №. Арт. С-80/2006

Самарский государственный аэрокосмический
университет. 443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического
университета. 443086 Самара, Московское шоссе, 34.