

DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-23

## MODEL OF EXCHANGE SCHEMES IN PRODUCTION PLANNING CYCLE

Vasiliev D.A., Nikolaev A.B., Prikhodko M.V.

### *Abstract*

*The paper considers a two-element exchange scheme in which there are two types of resources. For the problem of incentive schemes are members of the exchange center and the manufacturer, and as resources are considered finance and manufactured product. For the problem of pricing schemes are parties to exchange products manufacturer, serving as the center, and the buyer is acting as an agent.*

*The performances of both problems are identical. The center should most beneficial ways for users to make an exchange with the agent. Center does not have accurate information about the "type" agent - the parameter that affects the utility function of the latter. In task stimulation, the higher the type of agent, the less the cost of manufacturing the same amount of products. In the problem of pricing, the higher the type of agent, the higher he values his proposed center products.*

**Keywords:** *exchange mechanisms, center, agent, the production cycle, planning.*

УДК 681.3

## МОДЕЛЬ ОБМЕННОЙ СХЕМЫ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ

Васильев Д.А., Николаев А.Б., Приходько М.В.

### *Аннотация*

*В статье рассматривается двухэлементная обменная схема, в которой присутствуют два вида ресурсов. Для задачи стимулирования участниками обменной схемы являются центр и производитель, а в качестве ресурсов рассматриваются финансы и производимый продукт. Для задачи ценообразования участниками обменной схемы являются производитель продукции, выступающий в роли центра, и покупатель, выступающий в роли агента.*

*Постановки обеих задач идентичны. Центр должен наиболее выгодным для себя образом совершить обмен с агентом. Центр не имеет точной информации о «типе» агента – параметре, от которого зависит функция полезности последнего. В задаче стимулирования, чем выше тип агента, тем меньше его затраты на изготовления одного и того же количества продукции. В задаче ценообразования, чем выше тип агента, тем выше он ценит предлагаемую ему центром продукцию.*

**Ключевые слова:** механизмы обмена, центр, агент, производственный цикл, планирование.

### Механизмы обмена

Общий принцип построения механизмов обмена основывается на условии совершенного согласования [1 – 10]. Вариант обмена, соответствующий заявке агента, должен быть наиболее выгодным из всех предлагаемых вариантов обмена для агента, чей тип соответствует данной заявке. Тем самым центр побуждает агента сообщать истинное значение своего типа.

Модель обменной схемы имеет следующий вид. Предпочтения участников организационной системы (агента 0 и агента 1) описываются следующими функциями:

$$\begin{aligned} \varphi_0(y_{01}, y_{02}, r_0) &= r_0 y_{02} + y_{01}, \\ \varphi_1(y_{11}, y_{12}, r_1) &= y_{11} - (Y_{02} + y_{12}) / 2r_1, \end{aligned} \quad (1)$$

где:  $y_{ij}$  – количество имеющегося у агента  $i$  ресурса типа  $j$ ,  $r_i$  – тип агента  $i$ ,  $i, j = 0..1$ ; начальное распределение ресурсов  $y_0 = \begin{pmatrix} Y_1 & 0 \\ 0 & Y_2 \end{pmatrix}$ , то есть, весь ресурс первого типа сосредоточен у агента 0, а весь ресурс второго типа – у агента 1.

Ограничения индивидуальной рациональности, определяющие приемлемые для каждого из агентов варианты обмена, записываются следующим образом:  $IR(y_0) = \{ \forall i=0,1 \varphi_i(y_i) \geq \varphi_i(y_{0i}) \}$ . Иными словами, рациональными с точки зрения каждого из агентов являются варианты обмена, в результате которых значение их целевой функции не уменьшится.

Предложенная модель может быть использована для решения задачи стимулирования в условиях неполной информированности центра о параметрах организационной системы. Для этого, агент 0 трактуется как работодатель, а агент 1 – как агент (производитель).

Функция полезности центра от обмена:  $f_0(x_1, x_2) = r_0 x_2 - x_1$ .

Функция полезности агента от обмена:  $f_1(x_1, x_2) = x_1 - x_2 / 2r$ .

Задача центра – поиск механизма обмена, максимизирующего его ожидаемую полезность от обмена  $E f_0(\pi(s)) \rightarrow \max(\pi(s))$ , при условии, что центру не известно значение типа производителя, а известно лишь, что тип агента равномерно распределен на множестве  $\Omega I = [r_{1min}, r_{1max}]$ .

Центр предлагает агенту механизм обмена оплаты за работу  $\pi(s) = (x_1(s), x_2(s))$ , в котором количество выполняемой работы и размер оплаты зависит от сообщения  $s$  агентом оценки своего типа.

Предлагаемый центром механизм обмена будет механизмом открытого управления, если он будет удовлетворять условию совершенного согласования. Для

рассматриваемой модели обменной схемы для выполнения условия совершенного согласования, то есть для неманипулируемости механизма обмена, необходимо и достаточно, чтобы механизм обмена удовлетворял следующим требованиям:

$$\frac{dx_1}{dr}(r) - \frac{x_2(r)}{r} \frac{dx_2}{dr}(r) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{x_2(r)}{r^2} \frac{dx_2}{dr}(r) \leq 0 \quad (3)$$

$$\forall s \in \Omega^1, \frac{dx_1}{ds}(s) \geq 0, \frac{dx_2}{ds}(s) \geq 0 \quad (4)$$

Условие (4) определяет принципиальное свойство неманипулируемого механизма обмена – количество выполняемой работы и оплата за нее растут с ростом сообщаемой работником оценки собственного типа. Иными словами, чем лучше охарактеризовал себя производитель, тем больший объем работ предлагается ему выполнить за большую оплату.

Если механизм обмена удовлетворяет условиям (2) - (4), то прибыль агента от обмена - его функция полезности  $v_1(r) = f_1(x_1(r), x_2(r), r)$  может быть записана в следующем виде:

$$v_1(r) = \int_{r_{1min}}^r \frac{x_2(\tau)^2}{2\tau^2} d\tau \quad (5)$$

Проведя анализ выражения(5), получаем, что для построения механизма обмена, максимизирующего ожидаемую прибыль центра, необходимо решить следующую задачу динамического программирования:

$$Ef_0(\Omega^1) = \int_{r_{1min}^0}^{r_{max}^0} \left[ r^0 x_2(\tau) - \frac{x_2(r)^2}{2r} - \int_{r_{1min}^0}^r \frac{x_2(\tau)^2}{2\tau^2} d\tau \right] d\tau \rightarrow \max \quad (6)$$

$$0 \leq x_2(r) \leq Y_2, 0 \leq x_1(r) \leq Y_1.$$

На рисунке 1 приводится графическое изображение полученного механизма обмена. Видно, что, с улучшением типа, сообщаемого агентом, уменьшается удельная стоимость выполняемой им работы (отношение выплачиваемого центром вознаграждения к объему выполняемой работы). При этом проиллюстрировано, каким образом тип  $\tilde{r}$  определяется из ограничений на ресурсы (в данном случае из бюджетного ограничения центра).

Аналогичным задаче стимулирования образом можно рассмотреть задачу ценообразования. В роли центра выступает поставщик продукции. Его целевая функция от обмена:  $f_1(x_1, x_2) = x_1 - x_2/2r$ . Соответственно, целевая функция покупателя, выступающего в роли активного элемента, имеет следующий вид:  $f_0(x_1, x_2) = r_0 x_2 - x_1$ .

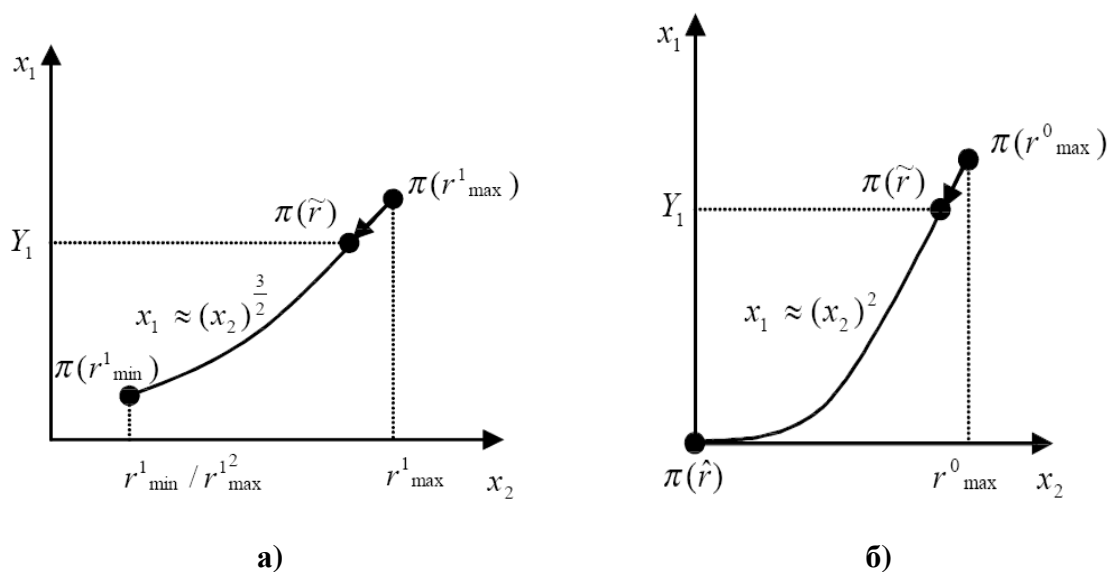
Поставщик обладает произвольно делимой продукцией в количестве  $Y_2$ . Получатель обладает финансовыми средствами в количестве  $Y_1$ .

Задача поставщика – поиск механизма обмена, максимизирующего его ожидаемую полезность от обмена с получателем:

$$Efl(\pi(s)) \rightarrow \max \pi(s), \quad (7)$$

при условии, что ему не известно значение типа покупателя, а известно лишь, что тип агента равномерно распределен на множестве  $\Omega_0 = [r_{0min}, r_{0max}]$ .

Как и в задаче стимулирования, проблема сводится к поиску неманипулируемого механизма обмена  $\pi(s) = (x_1(s), x_2(s))$ , то есть механизма открытого управления.



**Рисунок 1 – Неманипулируемый механизм обмена для задачи стимулирования**

Для этого необходимо и достаточно, чтобы механизм обмена удовлетворял следующим требованиям:

$$r \frac{dx_2}{dr}(r) - \frac{dx_1}{dr}(r) = 0, \quad (8)$$

$$- \frac{dx_2}{r}(r) \leq 0, \quad (9)$$

$$\forall s \in \Omega^0, \frac{dx_1}{ds}(s) \geq 0, \frac{dx_2}{ds}(s) \geq 0, \quad (10)$$

При выполнении условий (8) - (10) прибыль агента от обмена - его функция полезности  $v_0(r) = f_0(x_1(r), x_2(r), r)$  может быть записана в следующем виде:

$$v_0(r) = \int_{r_{1min}^0}^r x_2(\tau) d\tau \quad (11)$$

Задача построения механизма обмена, максимизирующего ожидаемую прибыль центра, сводится к решению следующей задачи динамического программирования:

$$Ef_1(\Omega) = \int_{r_{1min}^0}^{r_{max}^0} \left[ rx_2(\tau) - \frac{x_2(r)^2}{2r^1} - \int_{r_{1min}^0}^r x_2(\tau) d\tau \right] d\tau \rightarrow \max \quad (12)$$

$$0 \leq x_2(r) \leq Y_2, \quad 0 \leq x_1(r) \leq Y_1.$$

По аналогии с механизмом обмена для задачи стимулирования, при невыполнении условий  $x_2(r_{0max}) \leq Y_2$  и  $x_1(r_{0max}) \leq Y_1$  определяется значение  $r$  – как максимальный тип получателя, с которым может обмениваться поставщик в рамках существующих ресурсных ограничений.

На рисунке 1, а приводится графическое изображение полученного механизма обмена для задачи ценообразования. Из графика видно, что, с улучшением типа, сообщаемого получателем, уменьшается удельная стоимость предлагаемой продукции: можно сказать, что ростом партии увеличивается оптовая скидка.

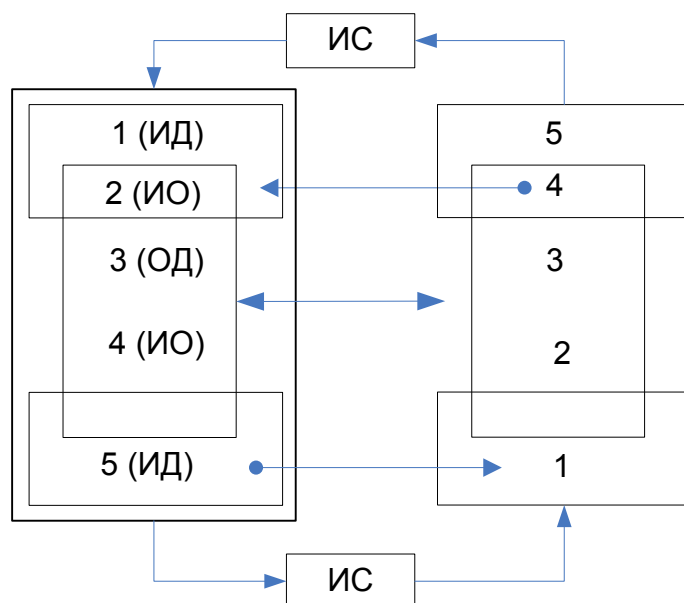
Следует отметить, что при решении подобных задач, возможен отказ от такого достаточно сложного с практической точки зрения параметра, как тип агента. Центр не спрашивает у агента его тип, а предлагает просто выбрать один из вариантов обмена. Иными словами, в задаче стимулирования или ценообразования центр предлагает агенту выбрать один из вариантов обмена из меню (контракта).

В системах, базирующихся на обмене информацией, целесообразно выделять два типа организационных элементов: включающие и не включающие основную деятельность [1, 2, 5]. Элементы первого типа являются потребителями-поставщиками (конечными) информации и могут взаимодействовать как непосредственно (реализуя информационную деятельность в собственных организационных рамках), так и через посредство элементов второго типа, которые представляют собой промежуточных потребителей-поставщиков информации, или информационные системы.

Общее представление о взаимодействии пользователей системы информационного обмена представлено на рисунке 2.

В данном представлении уровни взаимодействия разделены на 3 типа:

- непосредственное рабочее взаимодействие (связь 3-3) представляет собой постоянный обмен информацией в группе или коллективе, в процессе совместной деятельности;
- непосредственное документальное взаимодействие (связь 4-2) заключается в оформлении результата и ограниченном контролируемом распространении (например - передача отчета или документации заказчику);
- опосредованное документальное взаимодействие (связь 5-1) состоит в опубликовании результата и его последующем неограниченном перемещении по каналам ИС.



**ИД – Информационная деятельность; ИО – информационный обмен; ОД – основная деятельность**

**Рисунок 2 – Уровни взаимодействия потребителей-поставщиков информации**

Управление информационным обменом (информационными ресурсами) на макроуровне может быть разделено на:

- организацию работ и взаимодействия смежников и соисполнителей при выполнении производственных программ объединения (связи 3-3);
- маркетинг - поиск заказчиков, получение заказов, связь с заказчиками, оформление и передача результатов, поиск прочих возможных потребителей результатов (связи 4-2);
- распространение информации в документальной форме по каналам ИС, решение задач повышения полноты, точности, оперативности информационного обмена и обслуживания (связи 5-1).

В результате функциональной декомпозиции в работе выделены элементы основной деятельности и информационной деятельности.

Функциональная декомпозиция. Предполагается, что декомпозиция приводит к построению  $N$  элементов основной деятельности - совокупности:

$$e = [e_1, \dots, e_i, \dots, e_N] \quad (13)$$

В соответствие  $e_i$  ставится пара элементарных операторов  $e_i = \langle Y_i^N, X_i^N \rangle$ , где  $Y_i^N = [\Pi_i', k_i]$  описывает исходный поток сообщений, генерируемый в процессе основной деятельности ( $i=1,2,\dots,N$ );  $X_i^N = [\Pi_i', k_i^N]$  описывает информационную потребность  $e_i$ .

Таким образом,  $e$  задается парой  $N$ -мерных операторов:

$$e = \langle Y^u, X^u \rangle, \quad (14)$$

причем  $Y^u = [\Pi', k]$ ,  $X^u = [\Pi^u, k^u]$  содержат N-мерные профили  $\Pi$ ,  $\Pi^u$  и  $k'$ ,  $k^u$  - векторы пороговых значений релевантности.

Информационным обеспечением  $e_i$ , является всякая совокупность сообщений  $L_i \subset L_0$ , такая, что:

$$I_k \in L_i \leftrightarrow |I_k \cap \Pi_i| \geq k_i^u \quad (15)$$

Совокупности  $e$  поставлен в соответствие N-мерный поток  $L = \{L_1, \dots, L_N\}$ , каждая компонента которого отвечает условию (15). В форме операторных эквивалентов потока, информационным обеспечением  $e$  является поток  $X = [\Pi, k]$ , такой, что  $X \subset X^u$ , где  $X^u$  является идеальным потоком информационного обеспечения, содержащим для каждого  $e_i$ , только релевантные сообщения.

Системой информационной деятельности является оператор концентрации-рассеяния, удовлетворяющий условию:

$$W_{сид}(m) \subset X^u \otimes Y^u, \quad (16)$$

где  $m$  - управляемые параметры, конкретизирующие процедуру концентрации-рассеяния. Оператор  $W_{сид}(m)$  задает преобразование:

$$X = W_{сид}(m) \times Y^u \quad (17)$$

### Заключение

Информационная деятельность рассматривается как единая система, целостный объект описания и анализа вне зависимости от конкретных форм и организационных рамок, в которых реализуются отдельные компоненты и подпроцессы.

Информационная деятельность осуществляется в результате взаимодействия элементов информационного обмена между компонентами системы.

### Список информационных источников

- [1] Якунин П.С. Теоретические аспекты подготовки управленческих решений. //Методы описания и моделирования бизнес-процессов и технологий в промышленности, строительстве и образовании: сб. науч. тр. МАДИ № 3/47. Ротапринт МАДИ. - М., 2010. - С. 79 – 86.
- [2] Москвичев Е.С., Тимофеев П.А., Якунин П.С. Моделирование и оптимизация иерархической организационной структуры в виде вложенной системы сетей массового обслуживания. // Автоматизация управления в организационных системах: Межвузовский сб. науч. тр.- М.: «Техполитграфцентр», 2008. - С. 79 – 85.
- [3] Николаев А.Б., Солнцев А.А., Строганов В.Ю., Тимофеев П.А., Брыль В.Н. Методика интеграции приложений в гибридной системе поддержки принятия

- решений с открытой структурой. // Информационные системы и технологии. - 2011. - №3. – С84-90.
- [4] Николаев А.Б., Остроух А.В., Марсов В.И., Илюхин А.В. Сравнительный анализ систем экстремального регулирования процессов транспортирования нефтегазоводяной смеси // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 3 – стр. 35-39.
- [5] Остроух А.В. Информационные технологии в научной и производственной деятельности / [ред. А.В. Остроух] - М: ООО "Техполиграфцентр", 2011. - 240 с. - ISBN 978-5-94385-056-1.
- [6] Тянь Юань. Разработка информационно-аналитической системы мониторинга технологических процессов предприятия автомобильной промышленности / А.В. Остроух, Юань Тянь // В мире научных открытий. – Красноярск: «Научно-инновационный центр», 2013. - № 8.2 (44). – С. 191-205.
- [7] Тянь Юань. Современные методы и подходы к построению систем управления производственно-технологической деятельностью промышленных предприятий / А.В. Остроух, Юань Тянь // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 1(3); URL: [auts.esrae.ru/3-53](http://auts.esrae.ru/3-53) (дата обращения: 24.09.2013).
- [8] Тянь Юань. Интеграция компонентов системы мониторинга /А.В. Остроух, Юань Тянь // Молодой ученый. – Чита: ООО «Издательство Молодой ученый», 2013. - №10. - С. 182-185.
- [9] Юрчик П.Ф. Формализация задач принятия решений при управлении проектами обеспечения жизненного цикла автодорожных объектов / И.Н. Акиньшина, А.В. Остроух, А.Г. Соленов, П.Ф. Юрчик // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - М.: «Научтехлитиздат», 2007. - №3. - С. 13-18.
- [10] Остроух А.В. Проблемы и перспективы внедрения компонентов CALS-технологии на промышленных предприятиях / А.В. Остроух, Д.И. Попов, Д.А. Буров // Научный вестник МГТУ ГА. Серия «Аэромеханика и прочность, поддержание летной годности ВС». – 2008. - №130. - С. 138-147.