

УДК 330.34

ЭФФЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2014 г. А. А. Кочетков

Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва

В статье представлена оптимальная модель управления инновационной системой производства. Данная модель применима к любому типу промышленных предприятий с разными видами производственных циклов. Представлена также функция затрат руководителей.

Ключевые слова: *оптимальная модель; система управления; инновационная система; оптимальная норма управления; оптимальная иерархия.*

In the article author presents the optimum model of managing the innovative production system. The model can be used by every type of the industrial enterprise with different types of production cycles. The function of managers' expenses is also presented.

Key words: *optimum model; management system; innovative system; optimum management rate; optimum hierarchy.*

Подходы к моделированию задач теории управления промышленными предприятиями различны. В экономической литературе описаны разнообразные концепции по построению иерархии структур инновационных систем, многоуровневых симметричных иерархий управления [1], иерархий знаний [2], а также многоуровневых иерархий обработки информации [3]. Среди российских ученых интересно также отметить труды А. П. Михайлова [4], который изучает динамические процессы перераспределения власти между иерархическими цепочками внутри инновационных фирм. Профессор О. С. Сухарев в своей монографии «Теория эффективности экономики» дает несколько математических моделей по оценке эффективности экономических систем [5].

Представим теперь эффективную модель управления инновационной системой, которую можно рассматривать как часть методики и которую можно применить к любому промышленному предприятию. Пусть по эмпирическим данным иерархия управления инновационной системы состоит из 1 топ-ме-

неджера, K отделов (цехов, департаментов) и W исполнителей.

Для построения модели управления предприятия введем следующие понятия: $N = \{w_1, \dots, w_k\}$ — множество исполнителей, которые будут активно взаимодействовать между собой в данной технологической цепочке. Через w_{env} обозначим изменчивую конъюнктуру, которая также будет влиять на качество работы. Исполнителей обозначим как $w, w', w'' \in N$.

Введем понятие функции выполнения служебных задач руководителя в данном управленческом цикле:

$$f : (N \cup \{w_{env}\}) \times (N \cup \{w_{env}\}) \rightarrow R_+^p,$$

где w — это исполнители, а w_{env} — взаимодействие с макросредой.

Исполнители, составляющие подмножество $N - w, w', w'' \in N$ будут определять вектор $f(w', w'')$, который задает интенсивность управленческих служебных задач между w', w'' .

Вектор $f(w', w'')$ имеет определенное число положительных элементов. Каждый элемент определяет степень интенсивности

определенного типа взаимодействия между исполнителями. Такой тип взаимодействия может быть материальным, информационным, ресурсным и т. д.

Оговорка: в нашей модели отсутствуют технологические петли, то есть для каждого работника w справедливо $f(w', w'') = 0$ (при отсутствии связи между работниками объем задач стремится к нулю).

$N = \{w_1, \dots, w_k\}$ и $p = 1$, то есть имеется K человек и потоки определенного типа. Тогда в технологической сети будет K связей.

$$f(w_{env}, w_1) = \lambda, f(w_1, w_2) = \lambda_1, f(w_2, w_3) = \lambda_2, f(w_3, w_4) = \lambda_3, f(w_4, w_{env}) = \lambda_4, \dots, f(w_k, w_{env}) = \lambda_k$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots, \lambda_k$ — векторы интенсивности служебных задач между исполнителями, где λ — вектор интенсивности служебных задач. Изобразим для наглядности такую технологическую сеть (рис. 1).

Итак, мы имеем технологическую сеть с исполнителями $N = \{w_1, \dots, w_k\}$ и набором служебных задач $f(w_{env}, w_1) = \lambda, f(w_{i-1}, w_i) = \lambda$, для всех $2 \leq i \leq n, f(w_n, w_{env}) = \lambda$, где λ — интенсивность линии.

Запишем объем служебных задач, с которыми сталкивается каждый из руководителей при управлении исполнителями:

$$\begin{aligned} m_1 &: f(w_1, w_2) + (f(w_{env}, w_1) + f(w_2, w_3)), \\ m_2 &: f(w_3, w_4) + (f(w_2, w_3) + f(w_4, w_{env})), \\ &\dots \\ m_n &: f(w_{i-1}, w_i) + (f(w_{env}, w_1) + f(w_n, w_{env})). \end{aligned}$$

Формализуем обязанности руководителей.

В нашей иерархии инновационной системы $H \in \Omega(N)$ руководитель исполняет следующие функции:

— контроль над выполнением служебных задач $f(w', w'')$ между работниками $(w', w'') \in s_H(m)$, которые не управляются ни одним подчиненным менеджера m . Такой объем служебных задач обозначим как объем внутренних служебных задач менеджера $F_H^{int}(m)$;

— контроль над выполнением служебных задач $f(w', w'')$ между исполнителем $w' \in s_H(m)$ и исполнителем $w'' \in N / s_H(m)$ или внешней макросредой $w'' = w_{env}$. Этот объем задач обозначим $F_H^{ext}(m)$.

То есть руководитель каждого отдела решает внутренние служебные задачи и одновременно участвует в решении внешних проблем. То есть интегральный объем задач менеджера в данной иерархии управления — это сумма его внутреннего и внешнего объема задач.

Итак, полная формализация модели.

Для нашей иерархии $H \in \Omega(N)$ найдется такая оптимальная иерархия $H^* \in \Omega(N)$ со следующими ограничениями:

- 1) имеется один единственный руководитель, который не имеет над собой начальников;
- 2) имеются ответственные лица, которые руководят определенными группами исполнителей;
- 3) среди сотрудников, непосредственно подчиненных одному руководителю, ни один не управляет другим.

Первое условие исключит дублирование функций руководителя (такая ситуация возникает когда два менеджера пытаются руководить одной и той же бригадой рабочих). Согласно второму условию, только один топ-менеджер имеет право принимать обязательные решения для всех без исключения работников. В соответствии с третьим правилом руководитель отдает приказы всем подчиненными работниками через ответственных лиц.

Важное допущение: в иерархии H необходимо провести разбивку группы исполнителей $s_H(m)$ на k подгрупп.

Обоснование: необходимость разбиения групп на определенное количество подгрупп диктуется реальной необходимостью и технологической составляющей производства. Таким образом, в нашей модели производственную линию мы делим на k «подучастков». В этом случае менеджер m руководит



Рис. 1. Пример технологической сети

$k - 1$ «внутренним объемом задач» и участвует в контроллинге внешних связей.

Осуществив подчинение в нашей иерархии управления руководителю m_1 некоторого числа r_1 работников, мы уменьшим количество звеньев технологической линии на $r_1 - 1$. Точно так же у руководителя m_2 будет количество r_2 подчиненных исполнителей, и т. д. В конце концов у нас останется один неподчиненный менеджер m_q (q — общая величина менеджеров в иерархии инновационной системы).

Здесь необходимо задать функцию затрат в нашей иерархии инновационной системы. Она может быть определена как $\varphi(x) = x^\alpha$ [5]; причем $x = \lambda k$, k — число служебных задач руководителя, а λ — коэффициент интенсивности появляющихся задач; x — объем задач руководителя; $\alpha > 0$ — показатель степени, отражающий меняющуюся конъюнктуру.

Сделав необходимые подстановки, которые мы освещали ранее, мы, с учетом разбиения групп на подгруппы и переподчинения работников, получаем $(r)^\alpha \lambda^\alpha (n) / (r - 1)$, $(n / (r - 1))$ — число руководителей.

Нетрудно увидеть, что оптимальную иерархию инновационной системы можно найти с помощью нахождения оптимальной нормы управляемости с учетом минимизации выражения $(r)^\alpha / (r - 1)$.

На основании этого сформулируем следующее утверждение.

Оптимальная норма управления r_* должна равняться одной из двух величин, близких к $(\alpha) / (\alpha - 1)$ при $\alpha > 1$. Для получения точных значений разделим n на $r_* - 1$. Если нам удастся разделить, то полученное значение явится оптимальным числом r_* в оптимальной иерархии H^* . Интегральные затраты иерархии H^* коррелируются равенством $r = r_*$.

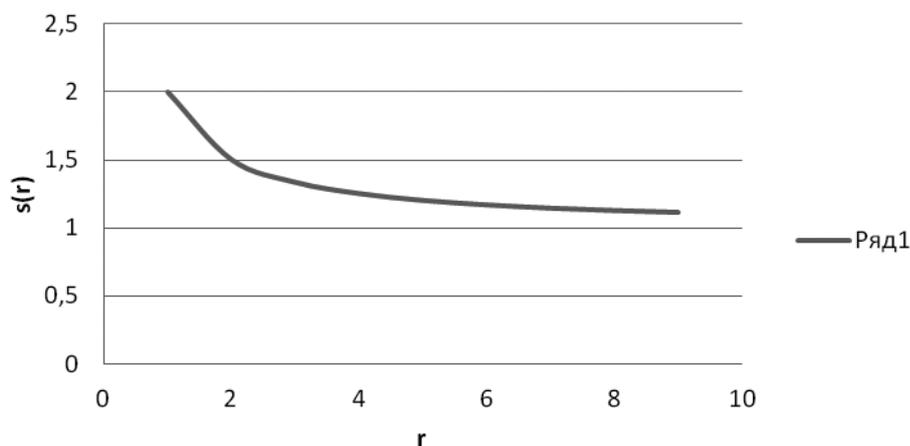


Рис. 2. График функции $s(r) = r / (r - 1)$ при $\alpha = 1$

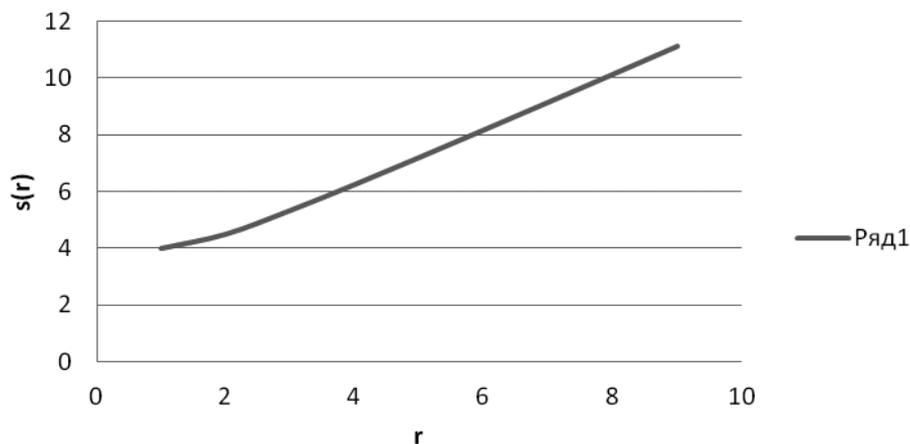


Рис. 3. График функции $s(r) = r^2 / (r - 1)$ при $\alpha = 2$

Нетрудно заметить, что норма управления $r_0 = (\alpha) / (\alpha - 1)$ является минимумом функции $\zeta(r) = (r)^\alpha / (r - 1)$. Однако r_0 не обязательно должна принимать целочисленные значения. Для удобства достаточно r_* приравнять к целой величине $r = |r_0|$ или к ближайшей целой величине $r_+ = |r_0|$ в зависимости от того, какое число доставляет минимум функции $\zeta(r)$.

Для получения конкретного числового значения достаточно проверить делимость n на $r_* - 1$. При равном, например, $r_* = 3$, приходим к вот таким величинам: $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

В случае невозможности деления n на $r_* - 1$ делаем вывод, что не может существовать оптимальная иерархия инновационной системы, в которой у каждого руководителя было бы r_* непосредственных подчиненных. В этом случае объем затрат оптимальной иерархии не превысит $(n) \lambda^\alpha (r)^\alpha / (r_* - 1)$.

Еще одна оговорка.

Если при делении n на $r_* - 1$ получается целое число, то имеет место достижение нижней границы оценки затрат оптимальной иерархии.

Иерархия тогда будет обладать числом менеджеров равным $q = (n) / (r_* - 1)$, каждый из которых руководит ровно r_* непосредственными работниками.

Если n принимает произвольные значения, то оптимальное число руководителей в иерархии может являться одним из двух целых значений, которые ближе всего к $(n) / (r_* - 1)$.

Если значения, которые принимает n достаточно велико, то будет происходить незначительное отклонение от первоначальной оценки по формуле $(n) \lambda^\alpha (r)^\alpha / (r_* - 1)$.

Для упрощения расчетов целесообразно рассмотреть только тех величин n , которые являются кратными $r_* - 1$.

Если промышленное предприятие планирует расширить масштаб производства, то число руководителей департаментами и объем затрат оптимальной иерархии управления будут расти линейно. Поэтому наша модель, выраженная через степенную функцию затрат в технологической производственной линии не всегда точно позволит определить предел роста предприятия.

Рассмотрим информационный поток в одном из отделов на промышленном пред-

приятии. Пусть функция служебных задач руководителя (согласно эмпирическим данным) имеет вид:

$$\varphi(x, y) = \sqrt{x} + 2\sqrt{xy} + \sqrt{y}. \quad (1)$$

Допущение: функция потока служебных задач руководителя будет отражать затраты иерархии управления инновационной системы. Затраты иерархии будут выражены в информационных ресурсах (на 1 ед. ресурсов в час). Это функция является вогнутой и может соответствовать тем условиям, когда при росте объема служебных задач наблюдается некоторое снижение затрат на единицу ресурсов. Компонент $2\sqrt{xy}$ отражает степень специализации руководителей, которые управляют исполнителями. Рассмотрим две иерархии управления инновационной системы.

На рис. 4 изображена иерархия инновационной системы, в которой поток одного менеджера M равен $(7,7)$, то есть затраты иерархии управления в соответствии с формулой (1) равны

$$\begin{aligned} c(H_1) &= \varphi(7,7) = \sqrt{7} + 2\sqrt{7*7} + \sqrt{7} = \\ &= 2\sqrt{7} + 14 = 19,29 \text{ ед.} \end{aligned}$$

На рис. 5 изображена иерархия, представляющая трех руководителей M_1, M_2 и M_3 . В этой системе менеджер M_1 руководит двумя начальниками M_2 и M_3 , а эти последние, в свою очередь, — только двумя исполнителями.

Тогда затраты менеджера M_1 равны

$$\begin{aligned} c(M_1) &= \varphi(2,2) = \sqrt{2} + 2\sqrt{2*2} + \sqrt{2} = \\ &= 2\sqrt{2} + 4 \text{ ед.} \end{aligned}$$

Затраты M_2 :

$$c(M_2) = \varphi(7,0) = \sqrt{7};$$

затраты M_3 равны

$$c(M_3) = \varphi(0,7) = \sqrt{7} \text{ ед.}$$

Общие затраты иерархии

$$c(H_2) = 2\sqrt{7} + 2\sqrt{2} + 4 = 12,11 \text{ ед.}$$

В итоге мы получаем, что затраты иерархии $c(H_2)$ меньше чем затраты $c(H_1)$.

На основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

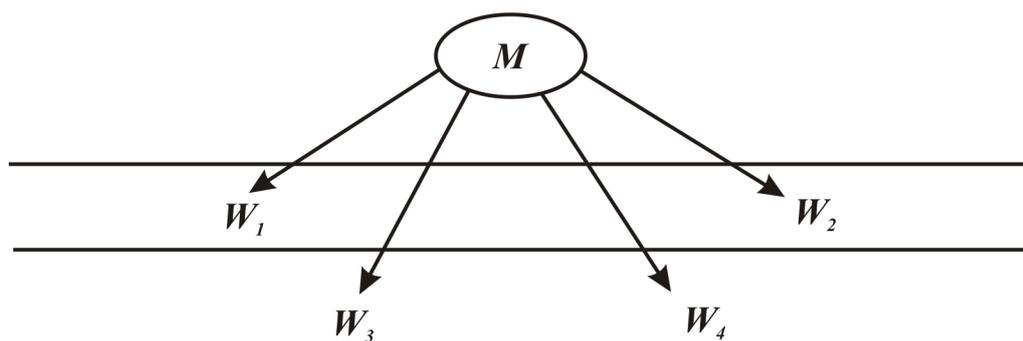
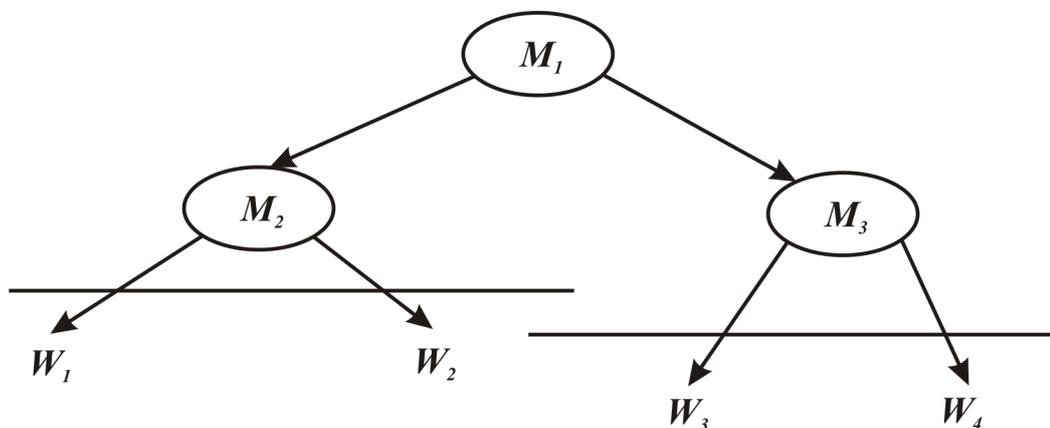


Рис. 4. Иерархия инновационной системы

Рис. 5. Иерархия инновационной системы при M_1, M_2, M_3

1. В некоторых иерархиях управления инновационной системой целесообразно назначить дополнительных узкоспециализированных менеджеров для снижения общих затрат иерархии управления инновационной системы.

2. Для нахождения оптимальной иерархии управления инновационной системы производства необходимо дать обоснованное предположение о функции затрат. Такое предположение о структуре функции может быть получено на эмпирических исследованиях или обосновываться исходя из финансово-экономических концепций.

3. При анализе оптимальной иерархии управления инновационной системы особое значение имеет построение функции затрат иерархии управления

$$c(H) = \sum_{m \in M} c(s_H(v_1), \dots, s_H(v_k)).$$

Эта функция затрат включает себя затраты которые несут менеджеры при работе в группах.

Литература

1. Calvo G., Wellisz S. Supervision, Loss of Control and the Optimal Size of the Firm. // The Journal of Political Economy. — 1978. — Vol. 86. — No. 5. — Pp. 943–952.

2. Garicano L. Hierarchies and Organization of Knowledge in Production. // The Journal of Political Economy. — 2000. — Vol. 108. — No. 5. — P. 874–904.

3. Radner R. Hierarchy: The Economics of Managing. // The Journal of Economic Literature. — 1992. — Vol. 30. — No. 3. — Pp. 1382–1415.

4. Михайлов А. П. Модель коррумпированных властных иерархий. // Математическое моделирование. — 1999. — Т. 11. — №1. — С. 3–17.

5. Сухарев О. С. Теория эффективности экономики. — М.: Финансы и статистика, 2009. — 368 с. структурах. // Автоматика и телемеханика. — 2004. — №5. — С. 96–119.

6. Мишин С. П. Оптимальное стимулирование в многоуровневых иерархических

Поступила в редакцию

28 сентября 2013 г.



Артур Андреевич Кочетков — главный специалист Управления менеджмента качества Финансового университета при Правительстве РФ.

Artur Andreyevich Kochetkov — head professional officer of the Quality Management department of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

125993, Москва, Ленинградский просп., 49
49 Leningradskiy av., 125993, Moscow, Russia
Тел.: +7 (499) 943-95-77, +7 (499) 943-94-80; e-mail: priemka@fa.ru

Глобальный университетский форум – 2014 г. Москва

24–25 апреля 2014 г. при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации состоится Глобальный университетский форум (Global Unniversity Summit). Форум проводится с 2008 года и является уникальной площадкой для диалога вузовского сообщества (включающего ведущие мировые университеты, ассоциации университетов), представителей органов государственной власти, международных организаций (ОЭСР, ЮНЕСКО, Всемирный банк, БРИКС) и бизнес-сообщества. Программа Форума будет включать 16 секций, посвященных глобальным проблемам и глобальному управлению, а также высшему образованию и науке. Учитывая широкий спектр тем, в 2014 году организаторами было решено подключить к его проведению ведущие российские вузы — МГИМО, МГУ им. М. В. Ломоносова, РУДН и МИСиС, на площадках которых пройдут профильные секции.

На официальном сайте Форума: www.gus2014.org размещен проект программы и предусмотрена возможность регистрации участников, включая обеспечение визовой поддержкой.
