

ОТНОШЕНИЯ “ПРИНЦИПАЛ-АГЕНТ” В КОМАНДЕ РАЗРАБОТЧИКОВ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

С.Н. Неборский, В.В. Бахтизин

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
кафедра программного обеспечения информационных технологий
П.Бровки 6, г.Минск, Республика Беларусь
+375-17-293-23-88; e-mail: sergei.neborski@gmail.com
web: www.bsuir.by

В данной работе описаны отношения “принципал-агент” в команде разработчиков программных средств при разработке на основе гибких методов. Выделено два вида отношений между членами команды, определена форма, которую принимает моральный риск. Исходя из характеристики отношений, приведено решение проблемы выбора оптимального контракта.

Ключевые слова: команда разработчиков программных средств, отношения принципал-агент.

1 ВВЕДЕНИЕ

Отношения “принципал-агент” устанавливаются тогда, когда доверитель (принципал) делегирует некоторые права (в частности, право разработки программного средства) агенту, обязанному в соответствии с формальным или неформальным контрактом представлять интересы доверителя в обмен на вознаграждения того или иного рода [1]. В данной работе модель таких отношений рассматривается применительно к команде разработчиков программных средств (ПС). Для конкретизации описания отношений выбрана команда разработчиков, сформированная исходя из модели ролей при разработке ПС на основе гибких методов [2].

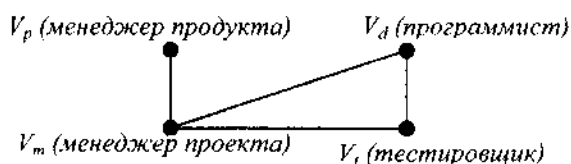


Рис. 1. Модель ролей команды разработчиков на основе гибких методов

На рисунке 1 модель ролей команды разработчиков представлена в виде графа $G(V, E)$. Вершинами его V являются непосредственно роли команды разработчиков, а дугами E – их связи или взаимодействия.

2 ВИДЫ ОТНОШЕНИЙ

Целью данной работы является описание отношений в уже сложившейся команде, и, следовательно, проблема выбора членов команды (а точнее, проблема неблагоприятного отбора) не рассматривается. В анализируемой команде разработчиков имеет место два вида отношений:

- отношения между менеджером продукта и менеджером проекта (здесь менеджер продукта является принципалом, а менеджер проекта – агентом);
- отношения между менеджером проекта и членом подчиненных ролей (здесь менеджер проекта выступает как принципал, а его подчиненный – как агент).

Особенностью отношений в команде разработчиков ПС на основе гибких методов является то, что отношениями “один менеджер проекта – несколько подчиненных” (один принципал – несколько агентов) можно пренебречь. Например, если в проекте участвует несколько программистов, то отношениями “менеджер проекта – несколько программистов” пренебрегается, а отношения между каждым конкретным программистом и менеджером проекта рассматриваются независимо друг от друга. Это следует из характеристики гибких методов. Так, команда разработчиков на основе гибких методов строится как команда мотивированных индивидов [3]. Высокие требования предъявляются к профессионализму каждого из ее членов. Члены команды уполномочены самостоятельно принимать решения, касающиеся бизнес-логики проекта. Исходя из этого, предлагается пренебречь отношениями “один менеджер проекта – несколько подчиненных” и рассматривать только два вышеприведенных вида.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА АГЕНТА И ПРИНЦИПАЛА

Итак, в рассматриваемой модели партнеры нашли друг друга, и между ними заключен некий контракт. Тогда основной проблемой их отношений является склонность агента в целях собственной выгоды выполнять действия, которые могут противоречить интересам принципала. При разработке ПС данная проблема возникает вследствие следующих причин:

- 1) принципал и агент имеют различные интересы (например, менеджер продукта может стремиться извлечь максимальную прибыль от продажи лицензий по исполь-

зованию разработанного ПС, а менеджер проекта и его подчиненные стремятся получить максимальный доход при минимальных трудовых затратах);

2) информация, касающаяся существенных сторон проекта, доступна не всем его участникам (например, менеджер проекта может принять решение разрабатывать определенный программный модуль силами своей команды вместо покупки готового решения, что приведет к увеличению времени разработки или потере качества).

Решение данной проблемы связано с заключением оптимального контракта. Нахождение же оптимального контракта основано на анализе отношения агента и принципала к риску: в теории контрактов [4] принято допускать, что агент избегает риска, а принципал нейтрален или склонен к риску. Для формального описания отношений в команде разработчиков следует ввести понятие полезности и ее функцию. Полезность дохода индивида — это субъективная оценка индивидом свойств дохода [1]. Функция полезности дохода индивида (принципала или агента) $u(w)$ имеет следующий вид [5]:

$$u(w) = f(w) - c$$

где w — доход индивида ($f(w)$ — функция дохода),
 c — уровень усилий (или цена усилий) индивида.

Индивид избегает риска, если полезность безрискового дохода для него превышает ожидаемую полезность случайного дохода с тем же математическим ожиданием:

$$M[u(w)] < u(M[w]),$$

где $M[u(w)]$ — ожидаемая полезность случайного дохода, $u(M[w])$ — полезность безрискового дохода.

Безрисковый доход, по сути, представляет собой среднее значение дохода, на которое может рассчитывать индивид. Например, если бы распределение дохода индивида в нескольких однотипных проектах имело один и тот же вид, то безрисковый доход был бы равен среднему арифметическому доходов этих проектов. Таким образом, безрисковый доход является математическим ожиданием дохода $M[w]$. Следовательно, полезность безрискового дохода выражается как полезность математического ожидания дохода $u(M[w])$.

Случайный доход — это любое конкретное значение w . Полезность его равна $u(w)$. Значит, ожидаемая полезность случайного дохода есть не что иное, как математическое ожидание полезности дохода $M[u(w)]$.

Следует пояснить это на примере. Пусть функция полезности дохода имеет вид:

$$u(w) = \sqrt{w}, \text{ то есть цена усилий } c=0.$$

Если доход индивида может принимать с равными вероятностями значения 9 или 25, тогда математическое ожидание полезности и полезность математического ожидания составят:

$$M[u(w)] = p_1 \sqrt{w_1} + p_2 \sqrt{w_2} = \frac{1}{2} \times 3 + \frac{1}{2} \times 5 = 4,$$

$$u(M[w]) = \sqrt{p_1 w_1 + p_2 w_2} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 9 + \frac{1}{2} \times 25} = \sqrt{17},$$

$$4 < \sqrt{17}, \text{ или } M[u(w)] < u(M[w]).$$

Таким образом, полезность математического ожидания дохода или, что то же самое, полезность безрискового дохода выше математического ожидания полезности случайного дохода. На рисунке 2 представлен график функции полезности дохода такого индивида.

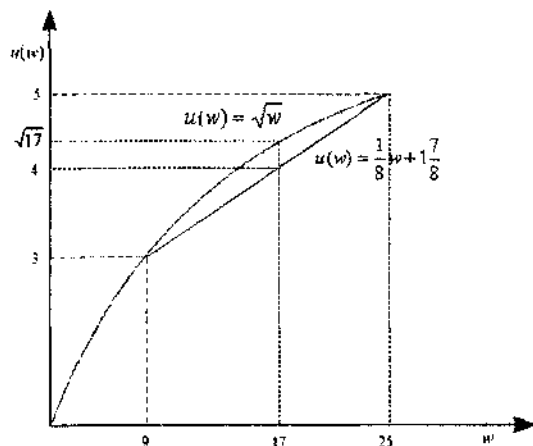


Рис. 2. Функция полезности дохода индивида, избегающего риска

Как видно на графике, функция полезности является выпуклой вверх, т.е. первая производная $u'(w) = \frac{1}{2\sqrt{w}}$

больше нуля, а вторая производная данной функции $u''(w) = -\frac{1}{4\sqrt{w}^3}$ меньше нуля. Это означает, что прирост

полезности дохода убывает с ростом дохода, т.е. каждая последующая единица дохода дает индивиду все меньший прирост его полезности. Таким образом, выпуклость вверх функции полезности является отличительной чертой индивида, избегающего риска. Этим можно пояснить мотивацию агента: ему необходимо получить пусть и меньшую, но гарантированную величину дохода. На графике это можно увидеть по величине $w=17$, которая представляет собой величину безрискового дохода, полезность которого $u(M[w]) = \sqrt{17}$ больше полезности случайного дохода $M[u(w)] = 4$.

Нейтральным к риску является индивид, для которого полезность безрискового дохода равна ожидаемой полезности случайного дохода с тем же математическим ожиданием: $M[u(w)] = u(M[w])$.

Для рассматриваемого примера функция полезности индивида, нейтрального к риску, имеет вид (рисунок 2):

$$u(w) = \frac{1}{8}w + \frac{15}{8}.$$

Можно дать также определение индивида, склонного к риску. Это индивид, для которого ожидаемая полезность случайного дохода больше полезности безрискового дохода: $M[u(w)] > u(M[w])$.

4 ОПТИМАЛЬНЫЙ КОНТРАКТ

Основной проблемой отношений в команде разработчиков ПС является склонность агентов выполнять дейст-

вия, которые могут противоречить интересам принципала. Оптимальный контракт – это такой контракт, который обеспечивает соблюдение интересов принципала и агента, т.е. составлен таким образом, что наиболее выгодная для агента стратегия одновременно обеспечивает наибольшую прибыль принципалу.

Исходя из характеристики агента как индивида, избегающего риска, его функция полезности дохода является выпуклой вверх: $u'(w) > 0$, $u''(w) < 0$.

Эта особенность функции полезности дохода агента и позволяет подобрать оптимальные параметры контракта.

Можно рассмотреть выбор оптимального контракта на следующем примере. Пусть функция полезности агента имеет следующий вид:

$$u(w) = \sqrt{w} - c, \quad u'(w) = \frac{1}{2\sqrt{w}} > 0,$$

$$u''(w) = -\frac{1}{4\sqrt{w}^3} < 0, \text{ где } w - \text{доход агента,}$$

c – уровень усилий агента.

Первая производная функции полезности больше нуля, так что общая полезность дохода агента возрастает при увеличении дохода. Вторая производная той же функции меньше нуля, что означает убывание прироста полезности дохода при его увеличении. Последнее является формальным признаком склонности агента избегать риска.

Пусть уровень усилий агента c может принимать два значения, 1 и 2, а альтернативная стоимость труда $c_0 = 1$.

Пусть доход принципала r зависит от уровня усилий агента c так, как это показано в таблице 1 (p обозначает вероятность получения конкретного значения дохода r при выбранном уровне усилий c).

Таблица 1. Зависимость дохода принципала от усилий агента

Уровень усилий агента c	Доход принципала r	
	$r=5$	$r=25$
$c=1$	$p=3/4$	$p=1/4$
$c=2$	$p=1/4$	$p=3/4$

Из анализа таблицы 1 видно, что вероятность более высокого дохода принципала возрастает при увеличении усилий агента. Можно рассчитать ожидаемый доход принципала при двух уровнях усилий агента:

$$c=1: M[r] = \frac{3}{4} \times 5 + \frac{1}{4} \times 25 = 10,$$

$$c=2: M[r] = \frac{1}{4} \times 5 + \frac{3}{4} \times 25 = 20.$$

Приведенные вычисления показывают, что при уровне усилий $c=2$ ожидаемый доход принципала выше. Соответственно, необходимо составить контракт таким образом, чтобы агенту было выгодно выбрать такой уровень усилий.

Согласно принципам методологии гибкой разработки ПС, в отношениях "менеджер проекта – подчиненный" нет ни скрытых действий, ни скрытой информации. Следовательно, вероятность неблагоприятного влияния заключения контракта на действия агента (моральный риск) ничтожно мала. Отсутствие морального риска явля-

ется важной характерной особенностью отношений "менеджер проекта – подчиненный" в команде разработчиков на основе гибких методов. В этом случае решением проблемы обеспечения необходимого уровня усилий был бы контракт, в котором этот уровень устанавливался бы равным 2, а агент в обмен на это получал бы соответствующую заработную плату, тогда как при более низком уровне усилий агент не получал бы никакого вознаграждения. Фактически, данный контракт предполагает наем агента только при условии определенного уровня усилий, оплата которых обеспечивает ему полезность, не меньшую той, которую бы он получил на альтернативном месте работы. Таким образом, должно выполняться следующее неравенство:

$$\sqrt{w} - c \geq c_0, \quad \sqrt{w} - 2 \geq 1, \quad w \geq 9.$$

Смысл этого неравенства в том, что общая полезность агента должна быть не ниже альтернативной стоимости его труда, равной 1 в рассматриваемом примере. В данном случае ожидаемая прибыль принципала составляет: $M[r] - w = 20 - 9 = 11$.

В отношениях "менеджер продукта – менеджер проекта" менеджер продукта выступает в качестве принципала. Действия агента (менеджера проекта) являются наблюдаемыми и, следовательно, в строгом смысле скрытых действий нет. Однако может присутствовать скрытая информация относительно внешних обстоятельств, влияющих на результат наблюдаемых действий. В этом случае моральный риск принимает форму пренебрежения качеством оказываемых услуг или затягивания времени разработки.

В случае наличия морального риска доход агента необходимо ставить в зависимость от дохода принципала. Пусть доход агента:

$$w = \begin{cases} y, & \text{если } r = 5; \\ z, & \text{если } r = 25. \end{cases}$$

Чтобы агент выбрал уровень усилий $c=2$, необходимо выполнение требований, связанных с двумя ограничениями.

1. Ограничение совместимости стимулов.

Данное ограничение состоит в том, что ожидаемая полезность дохода агента при выборе им $c=2$ должна быть не меньше его ожидаемой полезности при выборе им $c=1$, т.е.:

$$\frac{1}{4}(\sqrt{y} - 2) + \frac{3}{4}(\sqrt{z} - 2) \geq \frac{3}{4}(\sqrt{y} - 1) + \frac{1}{4}(\sqrt{z} - 1);$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{z} - \frac{1}{2}\sqrt{y} \geq 1.$$

Если бы доход агента не зависел от дохода принципала, то ограничение совместимости стимулов никогда не было бы достигнуто.

2. Ограничение участия.

Здесь речь идет о том, что ожидаемая полезность дохода агента при реализации всех условий данного контракта должна быть не меньше альтернативной стоимости его труда c_0 , т.е.:

$$\frac{1}{4}(\sqrt{y}-2)+\frac{3}{4}(\sqrt{z}-2)\geq 1; \frac{1}{4}\sqrt{y}+\frac{3}{4}\sqrt{z}\geq 3.$$

Задача принципала состоит в максимизации своей чистой прибыли при двух указанных ограничениях. В решении данной задачи можно прибегнуть к графическому представлению этих ограничений (рисунок 3).

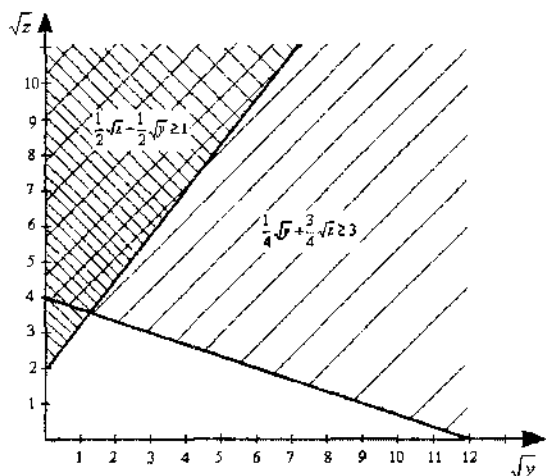


Рис. 3. Графическое представление ограничения совместности стимулов и ограничения участия

На рисунке 3 ограничение совместности стимулов представлено в виде области выше линии с положительным наклоном, включая саму линию. Ограничение же участия представлено в виде области выше линии с отрицательным наклоном, включая эту линию. По этим ограничениям агент согласится на любые значения $\sqrt{z}$ и $\sqrt{y}$, находящиеся внутри пересечения этих областей.

Максимизация чистой прибыли принципала предполагает, что ожидаемая заработная плата агента будет минимальна при соблюдении двух ограничений. Как это видно на графике, с точки зрения принципала наилучшими будут условия контракта, предусматривающие, что $y = \frac{9}{4}$,

$z = \frac{49}{4}$. В этом случае оба ограничения оказываются соблюденными, а ожидаемая чистая прибыль принципала составит: $\frac{1}{4}(5 - \frac{9}{4}) + \frac{3}{4}(25 - \frac{49}{4}) = \frac{41}{4}$.

Для принципала целесообразно добиваться от агента уровня усилий $c = 2$, поскольку в противном случае его ожидаемая чистая прибыль составит:

$$\frac{3}{4}(5 - c_0) + \frac{1}{4}(25 - c_0) = \frac{3}{4}(5 - 1) + \frac{1}{4}(25 - 1) = 9.$$

Как можно видеть из примера, в случае отсутствия морального риска чистая прибыль принципала будет больше, чем в случае его присутствия: $11 > 10\frac{1}{4}$.

5 ВЫВОДЫ

Таким образом, в данной работе описаны отношения в команде разработчиков при разработке ПС на основе гибких методов. Выделено два вида отношений: "менеджер проекта – подчиненный" и "менеджер продукта – менеджер проекта". В первом случае моральный риск не возникает в силу того, что действия подчиненного наблюдаемы и скрытая информация отсутствует. Эта особенность является следствием использования методологии гибкой разработки. Другой характерной особенностью отношений в команде разработчиков на основе гибких методов, определенной в данной работе, является то, что случаем "один менеджер проекта – несколько подчиненных" можно пренебречь.

В отношениях "менеджер продукта – менеджер проекта" в строгом смысле скрытые действия отсутствуют, однако присутствует скрытая информация. Моральный риск проявляется в виде пренебрежения качеством оказываемых услуг или затягивания времени разработки.

Для обоих видов отношений на примере приведено решение проблемы выбора оптимального контракта. Показано, что в случае отсутствия морального риска (менеджер проекта – подчиненный) оптимальный контракт может быть достигнут при меньших затратах принципала, нежели в случае наличия морального риска (менеджер продукта – менеджер проекта).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кузьминов Я. И. Учебно-методическое пособие к курсу лекций по институциональной экономике. Ч.1 – М.: ГУ-ВШЭ, 1999 – 114с.
- [2] Неборский С.Н. Модель ролей команды разработчиков программных средств на основе гибких методов // Доклады БГУИР №2 (40) 2009, с.73 – 79.
- [3] Hunt J. Agile Software Construction. – Springer-Verlag London Limited, 2006 – 254pp.
- [4] Xianming Zhou. A Graphical Approach to the Standard Principal-Agent Model // Journal of economic education, 2002, vol. 33, issue 3, pp. 265 – 276.
- [5] Peter O. Christensen and Gerald A. Feltham. Economics of Accounting -Volume II, Performance Evaluation, Springer Science+Business Media, Inc., 2005 – 664pp.