

ФИНАНСИРОВАНИЕ ИННОВАЦИЙ: ОПТИМАЛЬНЫЙ КОНТРАКТ МЕЖДУ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕМ И ФОНДОМ ВЕНЧУРНОГО КАПИТАЛА

Научный руководитель – Никитин М.И., проф., PhD

1. Введение

В современной, глобальной экономике одним из главных факторов успеха той или иной страны на мировой арене становятся инновации. Экономический рост во многом определяется плотностью инновационного потока, а также скоростью внедрения инноваций в производство. Последняя определяется величиной предложения кредитования инновационных программ; на первый план выходит именно венчурное инвестирование, поскольку оно зарекомендовало себя как наиболее эффективный вид финансирования инноваций как количественным, так и качественным образом.

Венчурное финансирование, как и другие виды финансирования, не происходит моментально. Как мы увидим позднее, ему предшествует множество событий: издержки различных агентов, оценка различного рода рисков и многие другие. Результатом этих событий с определенной долей вероятности выступает контракт между финансирующей и финансируемой стороной.

В данной работе анализируется оптимальность контракта между предпринимателем и фондом венчурного капитала. Мы введем модель, в которой опишем интересы каждой из сторон контракта, найдем оптимальные стратегии агентов, участвующих в контракте, а также выведем равновесие в виде оптимальных значений различных параметров, достаточных для успешности контракта.

В первой части работы содержится обзор литературы для лучшего понимания глубины проблемы, а также сопутствующих ей проблем. Этот обзор подразумевает рассмотрение венчурного финансирования инноваций под более широким углом; в нем мы ознакомимся с различными задачами, которые встали перед исследователями рынка венчурного капитала и в то же время с различными подходами к решению одних и тех же задач.

Ознакомившись с изучаемым феноменом, мы введем модель контракта между венчурным фондом и предпринимателем, в которой основной упор будет сделан на распределении ожидаемых прибылей от

отдельно взятого проекта. Мы рассмотрим только статический аспект данной проблемы, так как, с одной стороны, большинство подобных проектов скоротечны, а с другой стороны, нам интересно только исходное равновесие в системе, тогда как поведение агентов после определения равновесия отходит на второй план. В конце мы сделаем некоторые выводы относительно модели, в которых опишем результаты нашего исследования, а также всевозможные недостатки нашего подхода.

2. Краткий обзор литературы

Основа отношений между предпринимателем и венчурным фондом – контракт. Формирование контракта зависит от того, какая из сторон обладает большей властью при ведении переговоров. Многие авторы в своих работах обсуждают, кто на кого предъявляет спрос, предприниматель на финансирующую сторону или венчурный фонд на один или несколько проектов. В большинстве своем авторы отдают подобный тип власти фонду венчурного капитала, объясняя это тем, что у отдельно взятого фонда может быть не один, а множество проектов, а значит, что предприниматель вынужден принимать условия бизнес-ангелов как данность (Keuschnigg and Nielsen, 2002).

Важнейшая черта любого контракта – оптимальность для обеих сторон. В нашем случае существует несколько подходов к оптимальности (несколько параметров, регулируя которые можно прийти к оптимальному решению). Каниайнен и Кейшниг рассматривают оптимальность с позиции венчурного фонда, которая заключается в правильном выборе портфеля из n доступных проектов (Kanniainen and Keuschnigg, 2004). Однако же, оптимальность заключается не только в выборе проектов: на следующей стадии в отдельно взятом проекте определяются равновесные доли предпринимателя и венчурного фонда в бизнесе. Бергеманн и Хедж в своей модели, изучая динамику оптимальных долей предпринимателя и фонда венчурного капитала, показывают, что во всех случаях доля первого падает с течением времени (Bergemann and Hege, 1997a; 1997b). Некоторые авторы, в том числе и вышеупомянутый Кейшниг, помимо долей в бизнесе и количества фирм в портфеле, используют еще один параметр регулирования контракта – фискальную политику государства (Keuschnigg, 2003; 2005). Эта политика заключается в налогообложении и субсидировании предпринимателей, варьировании издержек вхождения в отрасль, а также в субсидировании инноваций. Разумеется, большая часть исследовательских работ по венчурному финансированию стартапов рассматривает лишь успешные проекты; даже если существование неудачных проектов признается, то часто для фирм, финансируемых

венчурным капиталом, предлагаются модели оптимального субсидирования, повышающего вероятность успеха.

Некоторые работы о финансировании стартапов затрагивают тему двухстороннего морального риска (Verkasalo, 2006). Однако мы не будем усложнять наш анализ изучением поведения предпринимателя и фонда венчурного капитала после определения взаимно оптимальных стратегий.

В нашей модели большое внимание также будет уделяться оптимальности контракта. Только в нашем случае эта оптимальность будет определяться уже выбором агентами значений переменных параметров, влияющих как на общую ожидаемую прибыль, так и на распределение общей прибыли между двумя сторонами. Главными такими переменными параметрами станут уровень усилий предпринимателя («правильные» расходования инвестированных средств) и объем рекомендаций со стороны бизнес-ангелов (для простоты будем считать, что бизнес-ангелы и венчурный фонд – это один и тот же агент); мы найдем оптимальную зависимость между этими двумя факторами. Подобного анализа в предшествующих работах не наблюдалось.

3. Модель

Венчурное финансирование стартапа – результат длительного процесса взаимодействия агентов, ожидающих выигрыш от этого взаимодействия в будущем. Разделим весь этот процесс взаимодействия на несколько этапов. Как правило, на всех этапах, за исключением последнего, все стороны, участвующие во взаимодействии несут какие-либо издержки, а общий выигрыш как результат этих вложений реализуется лишь на последней стадии. Будем считать, что государство не вмешивается в ведение бизнеса (не взимает налоги и не дает субсидий). Также предположим, что первоначальное публичное предложение акций (ИПО) происходит уже после осуществления проекта, и во время него венчурный фонд полностью продает свою долю бизнеса другим инвесторам.

На первой стадии индивид решает, становится ли ему предпринимателем или наемным рабочим с некоторой ставкой заработной платы w ; индивид делает этот выбор исходя из своих предпочтений (отношение к риску, субъективные оценки вероятностей того или иного дохода). Далее происходит формирование идеи предпринимателем, при этом он затрачивает на это некоторые усилия h_i (i -й предприниматель использует свои знания, опыт и идеи на разработку проекта). При этом издержки предпринимателя от затраты этих усилий составляют $c_{eff}(h_i)$, где $c''_{eff} < 0 < c'_{eff}$. Когда формирование проекта завершено, происходят переговоры между предпринимателем и фондами венчурного капитала. В

случае принятия проекта бизнес-ангелом, между ним и предпринимателем подписывается контракт, по которому венчурный фонд оплачивает изначальные затраты фирмы M_i . Будем считать, что в эти затраты входят издержки, возникающие в процессе осуществления проекта, а также изначальный платеж за предпринимательские услуги k_i . Помимо всего прочего, в контракте прописывается та доли фирмы, которая будет принадлежать предпринимателю (s_i) и венчурному фонду ($1-s_i$). На следующей стадии предприниматель и бизнес-ангелы независимо и одновременно решают, сколько усилий они должны вложить в проект во время его осуществления. Бизнес-ангелы вкладывают a_i (определенный объем рекомендаций по ведению бизнеса, что равносильно поиску, анализу и интерпретации релевантной рыночной информации), неся от этого издержки $c_V(a_i)$, $c''_V < 0 < c'_V$, а предприниматель вкладывает e_i – количество усилий и несет издержки $c_E(e_i)$, $c''_E < 0 < c'_E$; оба эти фактора влияют на вероятность успеха проекта $p(e_i, a_i)$. На последнем этапе происходит осуществление проекта и распределение прибыли от него между сторонами.

Таким образом, прибыль бизнес-ангелов от i -го проекта составляет:

$$\pi_{V,i} = p(e_i, a_i)(1 - s_i)R - c_V(a_i) - (M_i + k_i) \quad (1)$$

а доход равен R с вероятностью $p(e_i, a_i)$, и с вероятностью $1 - p(e_i, a_i)$.

Прибыль i -го предпринимателя от своего проекта составляет:

$$\pi_{E,i} = p(e_i, a_i)s_iR + k_i - c_{eff}(h_i) - c_E(e_i) \quad (2)$$

Составим задачу максимизации прибыли для обеих сторон. Предположим при этом, что у каждого предпринимателя всего один проект, а венчурный фонд составляет свой портфель из n проектов. В этом случае модель похожа на модель дуополии Штакельберга, где один агент действует первым, а другой максимизирует свою прибыль в зависимости от действий первого. По обратной индукции сначала решаем задачу для i -го предпринимателя, считая, что лидер – венчурный фонд и предприниматель принимает объем рекомендаций a_i фонда как данное \bar{a} . Задача выглядит следующим образом:

$$\text{Max}_{e_i} [p(e_i, \bar{a})s_iR - c_E(e_i)]$$

при ограничении:

$$p(e_i, a_i)s_iR + k_i - c_{eff}(h_i) - c_E(e_i) - w_i \geq 0,$$

и получаемая предпринимателем прибыль должна быть не меньше альтернативного дохода.

Решив эту задачу, мы сможем выразить e_i^* через \bar{a} (предположим, что $p(e_i, a_i)$ – явная функция). Далее подставим полученное выражение в задачу максимизации прибыли бизнес-ангелов:

$$\max_{a_i} \left[\sum_{i=1}^n \left(p(e_i, a_i)(1 - s_i)R - c_V(a_i) - (M_i + k_i) \right) \right] \text{ при } e_i = e_i^*(a_i).$$

Ограничение целесообразности участия фонда венчурного капитала также присутствует в отдельно взятом проекте (стандартное условие, по которому прибыль от каждого проекта неотрицательна):

$$\pi_{V,i} = p(e_i, a_i)(1 - s_i)R - c_V(a_i) - (M_i + k_i) \geq 0 \forall i \quad (3)$$

Таким образом, мы сможем найти оптимальные количества усилий предпринимателя и объема рекомендаций венчурного фонда, а также их прибыли.

Подобный вариант модели не подразумевает угрозы морального риска (moral hazard), так как существует единственное решение данной задачи и обеим сторонам невыгодно от него отклоняться. Значит, следует рассмотреть другую модификацию с теми же параметрами, например модель одновременного выбора объема рекомендаций a венчурным фондом и уровня усилий e предпринимателем. Получается, что задача сводится к нахождению двух функций реакции. Для этого нужно каким-то образом представить функции $p(e, a)$, $c_V(a)$ и $c_E(e)$ в явном виде. Из экономических соображений все три функции возрастают по аргументам, от которых они зависят. При этом функция вероятности вогнутая от начала координат по каждой из переменных, тогда как функции издержек выпуклые от начала координат (опять же, из экономических соображений вогнутости функций прибылей предпринимателя и бизнес-ангелов).

Предположим, что $p(e, a) = e^\alpha a^\beta$, причем α и β положительны и $\alpha + \beta < 1$. В этом случае функция вероятности имеет искомую форму. Для того чтобы данная вероятность находилась в пределах отрезка (0,1), нормируем e и a таким образом, что максимальное значение каждой из этих переменных – 1 (или 100%), а минимальное – 0. Пусть $c_V(a) = a^\gamma$, где $\gamma > 1$, и $c_E(e) = e^\delta$, где $\delta > 1$. Вид этих функций – сильное упрощение, однако общность от этого не теряется. Также для простоты вычислений предположим, что введенные в задачи максимизации ограничения

(ограничения заинтересованности обеих сторон в участии в проекте) выполняются как неравенства, и нам будет достаточно максимизации целевых функций. Уравнения функций реакции выводятся из условий первого порядка; будем учитывать контракт между одним венчурным фондом и одним предпринимателем.

Функция реакции венчурного фонда:

$$\pi_V(a) = e^\alpha a^\beta (1-s)R - a^\gamma - (M+k)$$

$$\pi'_V = \beta e^\alpha a^{\beta-1} (1-s)R - \gamma a^{\gamma-1} = 0$$

Откуда получаем

$$a^{\gamma-1} = \frac{\beta e^\alpha (1-s)R}{\gamma} \cdot a^{\beta-1} \Rightarrow a^{\gamma-\beta} = \frac{\beta e^\alpha (1-s)R}{\gamma} \Rightarrow a = \log_{\gamma-\beta} \left(\frac{\beta e^\alpha (1-s)R}{\gamma} \right)$$

Таким образом,

$$a(e) = \varepsilon + \alpha \log_{\gamma-\beta} e, \quad \text{где } \varepsilon = \log_{\gamma-\beta} \frac{\beta(1-s)R}{\gamma}. \quad (4)$$

Первое слагаемое правой части функции реакции явно больше нуля, так как $\beta(1-s)R/\gamma$ – довольно большое положительное число, а основание логарифма $(\gamma - \beta)$ – положительное число, меньшее $\beta(1-s)R/\gamma$ при

выполнении условия $R > \frac{\gamma(\gamma - \beta)}{(1-s)\beta}$. Последнее условие удовлетворяется,

если R – большое число, величина γ не стремится в бесконечность, а соизмерима с единицей, в то время как β и s относительно далеки от нуля. Рассматриваемая функция вогнута от начала координат.

Аналогичным способом находится функция реакции для предпринимателя:

$$\pi_E = e^\alpha a^\beta sR + k - c_{ef}(h) - e^\delta \quad (5)$$

$$\pi'_E = \alpha e^{\alpha-1} a^\beta sR - \delta e^{\delta-1} = 0, \text{ откуда}$$

$$e(a) = \frac{\alpha sR}{\delta - \alpha} \log_{\delta-\alpha} a, \quad \chi = \frac{\alpha sR}{\delta}. \quad (6)$$

Полученные функции реакции можно изобразить в системе координат (e, a) – см. Рис. 1. Функция реакции венчурного фонда возрастает и вогнута в системе (e, a) . Это несложно показать с помощью дифференцирования (при этом должны выполняться некоторые условия):

$$a'_V(e) = \frac{\alpha}{e \ln(\gamma - \beta)} > 0, \text{ при } \gamma - \beta > 1$$

$$a''_V(e) = -\frac{\alpha}{e^2 \ln(\gamma - \beta)} < 0, \text{ при } \gamma - \beta > 1$$

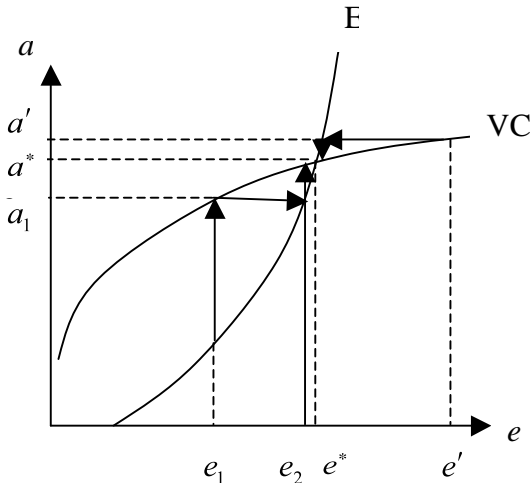


Рис. 1. Сходимость к равновесию в системе координат (e, a)

Тем же образом можно показать, что при условии $\delta - \alpha > 1$ функция реакции предпринимателя возрастает и вогнута в системе (a, e) .

Найдем равновесие в нашей системе. Для начала продемонстрируем на нашем рисунке, что точка (e^*, a^*) (точка пересечения функций реакции) – устойчивое равновесие. Для этого предположим, что предприниматель изначально выбрал уровень усилий, меньший чем e^* (допустим, e_1). Тогда венчурный фонд реагирует тем, что выбирает объем рекомендаций $a_1 = a(e_1)$, максимизирующий его ожидаемую прибыль. В свою очередь, предприниматель выбирает уровень усилий $e_2 = e(a_1)$. В итоге, после ряда таких последовательных шагов с обеих сторон равновесие устанавливается в точке (e^*, a^*) .

Теперь продемонстрируем, что любое отклонение вправо-вверх от точки (e^*, a^*) также закончится возвратом в искомое равновесие. Для наглядности представим, что в этот раз первым от равновесия отклонился венчурный фонд, выбрав объем рекомендаций на уровне a' . Из функции

реакции предпринимателя следует, что тот выбирает уровень усилий $e^* = e(a^*)$, что влечет за собой новый выбор венчурного фонда $a^{**} = a(e^*)$, и так далее, пока равновесие не вернется в точку (e^*, a^*) .

Мы показали, что отклонение от равновесия в любую сторону как со стороны предпринимателя, так со стороны венчурного фонда влечет за собой поэтапный возврат в исходное равновесие. Отсюда следует, что равновесие устойчиво.

4. Выводы

Мы рассмотрели модель взаимодействия предпринимателя и фонда венчурного капитала, модель, в которой основными переменными выступили уровень усилий предпринимателя и объем рекомендаций венчурного фонда. В этой модели было затронуто сразу несколько тем из экономической теории. Во-первых, это максимизация прибыли. Общеизвестный факт состоит в том, что любой рациональный агент максимизирует разницу между своими выгодами и издержками. Функции выгод в нашей модели представлены весьма логично и в то же время, в ней есть некоторая загвоздка: в нашей модели мы оперируем не абсолютными величинами, а их математическими ожидаемыми, в особенности это касается функций дохода. Естественно, на первой стадии нашего анализа мы сделали значительное упрощение, полагая, что для нашего «картеля» существует всего два исхода по выигрышам: либо это сумма R с вероятностью p , либо выигрыш нулевой. Однако благодаря подобному абстрагированию стало возможным без потери общности описать некую реальную ситуацию; в реальности исходов может быть намного больше, но все же значительно проще модернизировать простую модель, чем создавать нечто более сложное с нуля. По самой сути венчурного финансирования полученный ожидаемый доход был разделен в заранее оговоренной пропорции между предпринимателем и бизнес-ангелами. Взяв доли предпринимателя и венчурного фонда в бизнесе как постоянные (s и $1-s$ соответственно), мы также сделали большое допущение, поскольку эмпирически и теоретически во многих исследованиях доказана изменчивость этих долей с течением времени. Далее мы ввели функции издержек каждого из двух агентов. При этом было довольно подробно обсуждена каждая составляющая этих издержек. Введя определенные виды функций от усилий и рекомендаций для некоторых компонент функций издержек, мы не преследовали цель описать реальность, скорее наоборот, мы сделали ряд упрощений, для того чтобы придать функциям этих компонент определенную форму с точки зрения экономического смысла.

В нашем анализе присутствует не только проблема упрощения, но также проблема неочевидности таких переменных, как объем рекомендаций и уровень усилий. Последняя проблема близка экономистам, изучающим теорию полезности (различают кардиналистический и ординалистический подходы). Мы скорее придерживаемся ординалистического подхода и не ставим цель количественно оценить объем рекомендаций и уровень усилий, нас больше интересуют относительные показатели, а также приращения.

Несмотря на все недостатки нашей модели, кроющиеся в основном в упрощении, нам удалось достигнуть некоторых весомых результатов. Самое главное – мы нашли равновесные уровни усилий предпринимателя и объема рекомендаций фонда венчурного капитала при одновременном выборе стратегии поведения. Кроме того, мы показали, что полученное равновесие устойчиво, что означает, что при незначительных провалах рынка (например, ввиду неполноты информации) и, как следствие, «ошибках» агентов, равновесие все равно со временем придет в найденную точку.

Литература

1. Bergemann D., Hege U. (1997a) “Venture Capital Financing, Moral Hazard, and Learning”. CEPR Discussion Papers №1738.
2. Bergemann D., Hege U. (1997b) “The Financing of Innovation: Learning and Stopping”. CEPR Discussion Papers № 2763.
3. Keuschnigg C. (2003) “Optimal Public Policy For Venture Capital Backed Innovation”. IFF-HSG, CEPR and CESIFO, Discussion paper №9.
4. Keuschnigg C. (2005) “Public Policy, Start-up Entrepreneurship, and the Market for Venture Capital”. *The Life Cycle of Entrepreneurial Ventures*, Springer US, pp 227-257.
5. Kannianen V., Keuschnigg C. (2004) “Start-up investment with scarce venture capital support”. *Journal of Banking & Finance*, 28, pp 1935-1959.
6. Keuschnigg C., Nielsen S. (2002) “Start-ups, Venture Capitalists and the Capital Gains Tax”. *Journal of Public Economics*, 88, pp. 1011-1042.
7. Verkasalo H. (2006) “Convertible securities overcoming double moral hazard in venture capital”. University of Helsinki, ID 2006:256.