

Секция «Инновационная экономика и эконометрика»

Экономико-математическая модель управления венчурным проектом

Сабанин Александр Владимирович

Студент

Ижевский государственный технический университет, ИВТ, Ижевск, Россия

E-mail: sab_alex@mail.ru

Венчурный инвестиционный проект предполагает начало нового производства и освоение новых рынков. [1]

Пусть уставной капитал новой компании составляют собственные средства инициатора проекта и привлеченные средства венчурного инвестора. Для дальнейшего развития проекта возможно привлечение заемного капитала в виде кредитов.

Собственные средства, создаваемого под проект предприятия, определяются как направляются на капитальные вложения и организацию инвестиционного проекта:

Рис. 001.

На освоение нового технологического процесса до выпуска первых образцов продукции требуется некоторое время τ_{tr} . В этот период времени уже могут понадобиться дополнительные средства на подготовку производства, которые формируются из взятых на некоторый срок кредитов с процентной ставкой $\&\#8710;c$.

Обозначим:

$C(t, T_t)$ - величина кредита, взятого в момент времени t на срок T_t .

Рассматриваем агрегированную модель производственно-технической системы, соответствующую вновь образованной компании. В объем выпускаемой продукции Y входит полное количество производимых предприятием товаров и услуг. Численный состав занятых работников считается постоянным. Как во всякой развивающейся экономической системе, часть произведенной товарной продукции направляется на расширение производства и на потребление. Так как спецификой венчурного инвестиционного проекта является освоение новых видов продукции и передовых технологий, то, очевидно, что часть вырученных средств должна направляться на улучшение производства или на эндогенный научно-технический прогресс. Для упрощения модели сделаем допущение о том, что норма потребления является фиксированной величиной и составляет заданную долю s от произведенной продукции. Это допущение не является принципиальным в модели венчурного инвестирования, так как здесь основным критерием является достижение инвестором максимальной выгоды. В общем случае учитывается износ производственных фондов с коэффициентом амортизации μ .

Развитие инвестиционного проекта основывается на теории производственных функций, где Y - объем выпущенной продукции; K - объем основного капитала; L - трудовые затраты. Для функции Кобба-Дугласа

Рис. 002. [4]

Будем считать, что плата за кредит разбита на равномерные на весь срок выдачи значения

Рис. 003,

где t_j - время получения кредита на срок T_j .

Суммарные выплаты по кредитным обязательствам к моменту времени t составят

Рис. 004.

Особенность венчурного инвестиционного проекта состоит в том, что на этапе развития не ставится задача достижения максимального потребления. Венчурный инвестор, обладающий решающим влиянием в управлении компаний, заинтересован в быстрейшем развитии производства. Поэтому все привлекаемые средства направляются в первую очередь на капитальные вложения и на улучшение технологического процесса. Потребление до тех пор, пока не начинается реализация товарной продукции, составляет фиксированную величину и обеспечивается взятыми кредитами. После начала реализации произведенной продукции норма потребления составляет заданную величину s . [2]

Временную задержку освоения капитальных вложений обозначим τ_k . Будем также считать, что существует инвестиционный лаг как для расширения производства, так и для улучшения и совершенствования технологического процесса (τ_q).

Перейдем к удельным переменным: средней производительности труда (отношение стоимости произведенного продукта к стоимости затраченного труда); фондовооруженности труда (объем основных фондов, приходящихся на одного работника); научно-технической обеспеченности труда (объем финансовых вложений в улучшение производства, приходящийся на одного работника).

Начальное состояние инвестиционного проекта определяется величиной собственных средств Z_{iv} . Эта величина направляется непосредственно на капитальные вложения и на освоение технологического нового процесса следующим образом.

В течение времени от 0 до τ_{tp} выпуска продукции нет. Привлекаемые в это время средства за счет кредитов $C(t, T_t)$ направляются на потребление (заработную плату) Z , а также на капитальное строительство и на научно-техническое совершенствование технологического процесса

После времени τ_{tp} начинается выпуск товарной продукции. Доля средств, полученных при реализации выпущенной продукции после отчислений на потребление, $(1-s)Y$ делится на три части:

- часть направляется на увеличение основных фондов (расширение производства);
- вторая часть идет на выплату дивидендов;
- оставшаяся часть направляется на научно-технический прогресс (улучшение производства).

Таким образом, математическая модель развития инвестиционного проекта примет вид:

Рис. 005.

Функция мультипликатора прогресса учитывает временную задержку освоения вкладываемых в науку средств:

Рис. 006.

Коэффициенты (Рис. 007) считаются известными. Норма накопления $u(t)$ является функцией, зависящей от времени.

Для венчурного инвестора основной интерес представляет рыночная цена созданного предприятия, которую можно сопоставить с рыночной ценой акций. Будем рассматривать балансовую стоимость обыкновенных акций, выпущенные при учреждении новой фирмы под реализацию инвестиционного проекта. [4]

Основной интерес на фондовом рынке представляет рыночная цена или курс акций (цена свободной продажи на рынке). Венчурного инвестора, как и любого другого

инвестора, интересует именно эта характеристика. Рыночная цена акции определяется величиной капитализированных дивидендов, получаемых при направлении нераспределенной прибыли на развитие производства, величиной дивидендов, выплачиваемых акционерам из прибыли, а также характером спроса на акции. При росте рыночной цены акции имеется разность между ценами в конце и в начале рассматриваемого периода. [1]

Для оценки акции примем, что ее рыночная стоимость складывается из балансовой цены, цены выпускаемой продукции и, возможно полученных дивидендов, в течении некоторого периода времени τd :

Рис. 008,

где D_j - дивиденды, полученные в j -м временном периоде; r - норма прибыли на акцию.

Величина дивидендов определяется по формуле:

Рис. 009. [3]

На рыночную стоимость акций венчурного инвестиционного проекта может оказать существенное влияние фактор динамичности развиваемого предприятия. При высокой положительной динамике роста выпуска и продаж новой продукции, а также при росте дивидендов, может возникнуть дополнительный спрос на акции данного предприятия в надежде получить в будущем значительную прибыль. [2] Поэтому формулу перепишем в виде:

Рис. 010,

где w - весовые коэффициенты.

Задачей венчурного инвестора является построение такого управления проектом, при котором рыночная цена акций предприятия должна быть максимально высокой. [1]

При этом можно рассматривать две формулировки задачи:

1. Получение заданной величины прибыли от продажи своей части акций за минимально возможное время;
2. Получение максимальной прибыли при выходе из инвестиционного проекта в фиксированный момент времени.

Математическая модель развития венчурного инвестиционного проекта, описываемая Рис. 005, является основой для решения задачи оптимального управления новой компанией, созданной под данный проект. Критерии эффективности следуют из ранее сформулированных целей:

- А - получение максимальной прибыли проекта в фиксированный момент времени;
- В - получение заданной величины прибыли за минимально возможное время.

Первая цель А дает критерий:

Рис. 011.

Вторая цель В соответствует критерию

Рис. 012.

Литература

1. Бочаров В.В. Инвестиции. С-П., 2007
2. Зимин А.И. Инвестиции: вопросы и ответы. М., 2006

3. Ковалев В.В., Иванов В.В., Лялин В.А. Инвестиции. М., 2003
4. Шарп У.Ф., Александер Г.Д, Бейли Д.В. Инвестиции, М., 2009

Иллюстрации

$$Z_{IV}^0 = Z_{Ip}^0 + Z_V^0 .$$

Рис. 1: рис 001

$$Y = A(Q)K^\alpha L^\beta$$

Рис. 2: рис 002

$$\Delta C(t_j, T_j) = C(t_j, T_j) \frac{(1 + \Delta_c)^{T_j} \Delta_c}{(1 + \Delta_c)^{T_j} - 1},$$

Рис. 3: рис 003

$$B(t) = \sum_{t_j=1}^t \Delta C(t_j, T_j)$$

$$\Delta C(t_j, T_j) = \begin{cases} C(t_j, T_j) \frac{(1+\Delta_c)^{T_j} \Delta_c}{(1+\Delta_c)^{T_j} - 1} & | t \in [t_j, t_j + T_j] \\ 0 & | t \notin [t_j, t_j + T_j] \end{cases}$$

Рис. 4: рис 004

$t=0$:

$$k(0) = \frac{Z_0^0}{L} u_0,$$

$$q(0) = \frac{Z_0^0}{L} (1-u_0).$$

$t \in (0, \tau_{TP})$:

$$\frac{dk}{dt} = \frac{C(t-\tau_K, T_{t-\tau_K}) - Z}{L} u(t-\tau_K) - \mu k - B(t),$$

$$\frac{dq}{dt} = (1-u(t)) \frac{C(t, T_t) - Z}{L},$$

$t \geq \tau_{TP}$:

$$\frac{dk}{dt} = (1-s)y(t-\tau_K)(u(t-\tau_K) - d(t)) + \frac{C(t-\tau_K, T_{t-\tau_K})}{L} u(t-\tau_K) - \mu k - B(t),$$

$$\frac{dq}{dt} = (1-s)(1-u(t))y + (1-u(t)) \frac{C(t, T_t)}{L},$$

$y = A(q)k^\alpha.$

Рис. 5: рис 005

$$A(q) = 1 + a(q(t - \tau_q))^\gamma,$$

Рис. 6: рис 006

$$a, \gamma, \alpha, \quad \tau_K, \tau_q, \tau_{TP}$$

Рис. 7: рис 007

$$P_A = w_1 \frac{P_B(\tau_d)}{(1+r)^{\tau_d}} + w_2 Y + w_3 \sum_{j=1}^{\tau_d} \frac{D_j}{(1+r)^j},$$

Рис. 8: рис 008

$$D_j = D(t_j) = (1-s)Y(t_j)d(t_j).$$

Рис. 9: рис 009

$$P_A(t) = w_1 \frac{P_B(\tau_d)}{(1+r)^{\tau_d}} + w_2 Y + w_3 \sum_{j=1}^{\tau_d} \frac{D_j}{(1+r)^j} + w_4 \frac{dD}{dt},$$

Рис. 10: рис 010

$$P_A(\tau_d) \rightarrow \max.$$

Рис. 11: рис 011

$$P_A(\tau_v) = P_A^v, \quad \tau_v \rightarrow \min.$$

Рис. 12: рис 012