

УДК 338. 06-75-00

## ИСХОДНЫЕ ПОНЯТИЯ И АЛГОРИТМЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

**Серба С.В.**

*Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, e-mail: mad9594@mail.ru*

В статье рассмотрены финансовые аспекты инвестиционной деятельности. Приведены основные понятия и категории, существенные для характеристики этой стороны инвестиционного процесса. К таким понятиям относятся понятия временной ценности денег и стоимости капитала. Показана логика построения основных алгоритмов, которая достаточно проста и основана на двух операциях – наращении и дисконтировании. В первом случае движутся от «настоящего» к будущему, во втором – наоборот. В статье рассмотрено одно из ключевых понятий в финансовых и коммерческих расчетах – понятие аннуитета. Логика, заложенная в схему аннуитетных платежей, широко используется при оценке долговых и долевыми ценных бумаг, в анализе инвестиционных проектов, а также в анализе аренды.

**Ключевые слова:** инвестиционные проекты, инвестиции, преобразования, эффективность

## INITIAL CONCEPTS AND ALGORITHMS BY WORKING OUT OF CRITERIA OF THE ESTIMATION OF INVESTMENT PROJECTS

**Serba S.V.**

*National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St.-Petersburg, e-mail: mad9594@mail.ru*

The article deals with the financial aspects of investment activities. The basic concepts and categories that are essential to characterize this aspect of the investment process. By that Kim Refers concept of time value of money and the cost of capital. Shows the logic of the basic algorithms, which is fairly simple and based on two operations – compounding and discounting. In the first case of moving from «present» to the future, in the second – on the contrary. In this paper we consider one of the key concepts in the financial and commercial calculations – the concept of an annuity. The logic implicit in the scheme of annuity payments, is widely used in the assessment of debt and equity securities in the analysis of investment projects, as well as in the analysis of the lease.

**Keywords:** investment projects, investments, transformations, efficiency

Любой инвестиционный проект может быть охарактеризован с различных сторон: финансовой, технологической, организационной, временной и др. Каждая из них по-своему важна, однако финансовые аспекты инвестиционной деятельности во многих случаях имеют решающее значение. Рассмотрим основные понятия и категории, существенные для характеристики этой стороны инвестиционного процесса.

В финансовом плане, когда речь идет о целесообразности принятия того или иного проекта, по сути подразумевается необходимость получения ответа на три вопроса: (а) каков необходимый объем финансовых ресурсов? (б) где найти источники в требуемом объеме и какова их стоимость? (в) окупятся ли сделанные вложения, т. е. достаточен ли объем прогнозируемых поступлений по сравнению со сделанными инвестициями?

К числу ключевых категорий, лежащих в основе используемых при ответе на эти вопросы процедур и методов количественного обоснования подготавливаемых управленческих решений, относятся понятия временной ценности денег и стоимости капитала.

Первый аспект – учет временной ценности денег. Решения финансового характера

в подавляющем большинстве случаев не являются одномоментными в плане проявления вызываемых ими последствий. Иными словами, здесь весьма важную, если не решающую, роль играет фактор времени. Формализованная основа подобных решений – так называемые финансовые вычисления, имеющие давние традиции, в том числе и в отечественной учетно-аналитической практике [2]. Финансовые вычисления базируются на понятии временной ценности денег; именно с их помощью удается принимать управленческие решения, эффективные во временном аспекте.

Ключевыми моментами методов оценки эффективности финансовых операций, определяющими их логику, являются следующие утверждения:

– практически любую финансово-хозяйственную операцию можно выразить в терминах финансов;

– в подавляющем большинстве случаев собственно операции или их последствия «растянуты» во времени;

– с каждой операцией можно увязать некоторый денежный поток;

– денежные средства должны эффективно оборачиваться, т.е. с течением времени приносить определенный доход;

– элементы денежного потока, относящиеся к разным моментам времени, без определенных преобразований не сопоставимы;

– преобразования элементов денежного потока осуществляются путем применения операций наращивания и дисконтирования;

– наращивание и дисконтирование могут выполняться по различным схемам и с различными параметрами.

Логика построения основных алгоритмов достаточно проста и основана на двух операциях – наращивании и дисконтировании. В первом случае движутся от «настоящего» к будущему, во втором – наоборот. В обоих случаях с помощью схемы сложных процентов удается получить оценку денежного потока с позиции будущего или «настоящего»<sup>1</sup>.

Расчет наращенной ( $FV$ ) и дисконтированной ( $PV$ ) величин осуществляется соответственно по формулам:

$$FV = PV \cdot (1 + r)^n = PV \cdot FM_1(r, n), \quad (1)$$

где  $FV$  – наращенная сумма, т.е. доход, планируемый к получению в  $n$ -м году;  $PV$  – инвестируемая сумма;  $r$  – ставка наращивания;

$$PV = \frac{FV}{(1 + r)^n} = FV \cdot FM_2(r, n), \quad (2)$$

где  $FV$  – доход, планируемый к получению в  $n$ -м году;  $PV$  – приведенная (сегодняшняя, текущая) стоимость, т.е. оценка величины  $FV$  с позиции текущего момента или момента, на который осуществляется дисконтирование;  $r$  – ставка дисконтирования.

Приведенные формулы входят в число базовых в финансовых вычислениях, поэтому для удобства пользования значения множителей

$$FM_1(r, n) = (1 + r)^n \text{ и } FM_2(r, n) = 1/(1 + r)^n$$

табулированы для различных значений  $r$  и  $n$ .

Множитель  $FM_1(r, n)$  называется мультиплицирующим множителем для единичного платежа, а его экономический смысл состоит в следующем: он показывает, чему будет равна одна денежная единица (один рубль, один доллар, одна иена и т.п.) через  $n$  периодов при заданной процентной ставке  $r$ . Подчеркнем, что при пользовании финансовыми таблицами необходимо следить за соответствием длины периода и процентной ставки. Так, если базисным периодом начисления процентов является квартал, то в расчетах должна использоваться квартальная ставка.

<sup>1</sup> Прим. авт.: Термин «настоящее» приводится в кавычках, поскольку он является условным, не подразумевающим обязательность связи с текущим моментом времени.

Множитель  $FM_2(r, n)$  называется дисконтирующим множителем для единичного платежа, а его экономический смысл заключается в следующем: он показывает «сегодняшнюю» цену одной денежной единицы будущего, т.е. чему с позиции текущего момента равна одна денежная единица (например, один рубль), циркулирующая в сфере бизнеса  $n$  периодов спустя от момента расчета при заданных процентной ставке (доходности)  $r$  и частоте начисления процента. Термин «сегодняшняя стоимость» не следует понимать буквально, поскольку дисконтирование может быть выполнено на любой момент времени, не обязательно совпадающий с текущим моментом.

Второй аспект – денежные потоки и их оценка. Одним из основных элементов финансового анализа вообще и оценки инвестиционных проектов в частности является оценка денежного потока  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , генерируемого в течение ряда временных периодов в результате реализации какого-либо проекта или функционирования того или иного вида активов. Элементы потока  $C_k$  могут быть либо независимыми, либо связанными между собой определенным алгоритмом. Временные периоды чаще всего предполагаются равными. Кроме того, для простоты изложения материала в этой статье предполагается, что элементы денежного потока являются однонаправленными, т.е. нет чередования оттоков и притоков денежных средств. Также считается, что генерируемые в рамках одного временного периода поступления имеют место либо в его начале, либо в его конце, т.е. они не распределены внутри периода, а сконцентрированы на одной из его границ. В первом случае поток называется потоком пренумерандо, или авансовым, во втором – потоком постнумерандо.

На практике большее распространение получил поток постнумерандо, в частности именно этот поток лежит в основе методик анализа инвестиционных проектов. Некоторые объяснения этому можно дать, исходя из общих принципов учета, согласно которым принято подводить итоги и оценивать финансовый результат того или иного действия по окончании очередного отчетного периода. Что касается поступления денежных средств в счет оплаты, то на практике оно чаще всего распределено во времени неравномерно и потому удобнее условно отнести все поступления к концу периода. Благодаря этому соглашению формируются равные временные периоды, что позволяет разработать удобные формализованные алгоритмы оценки. Поток пренумерандо имеет значение при анализе различных схем

накопления денежных средств для последующего их инвестирования.

Оценка денежного потока может выполняться в рамках решения двух задач: (а) прямой, т.е. проводится оценка с позиции будущего (реализуется схема наращивания); (б) обратной, т.е. проводится оценка с позиции настоящего (реализуется схема дисконтирования).

Прямая задача предполагает суммарную оценку наращенного денежного потока, т.е. в ее основе лежит будущая стоимость.

Несложно показать, что будущая стоимость исходного денежного потока постнумерандо  $FV_{pst}$  может быть оценена как сумма наращенных поступлений, т.е. в общем виде формула имеет вид:

$$FV_{pst} = \sum_{k=1}^n C_k (1+r)^{n-k}. \quad (3)$$

Обратная задача предполагает суммарную оценку дисконтированного (приведенного) денежного потока. Поскольку отдельные элементы денежного потока генерируются в различные временные интервалы, а деньги имеют временную ценность, непосредственное их суммирование невозможно. Приведение элементов денежного потока к одному моменту времени осуществляется с помощью формулы (2). Основным результатом расчета является определение общей величины приведенного денежного потока. Используемые при этом расчетные формулы различны в зависимости от вида потока – постнумерандо или пренумерандо. Именно обратная задача является основной при оценке инвестиционных проектов.

В частности, приведенная стоимость денежного потока постнумерандо  $PV_{pst}$  в общем случае может быть рассчитана по формуле

$$PV_{pst} = \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+r)^k}. \quad (4)$$

Несложно показать, что для потоков пренумерандо формулы (3) и (10) трансформируются следующим образом:

$$FV_{pre} = FV_{pst} \cdot (1+r); \quad (5)$$

$$PV_{pre} = PV_{pst} \cdot (1+r). \quad (6)$$

Одним из ключевых понятий в финансовых и коммерческих расчетах является понятие аннуитета. Логика, заложенная в схему аннуитетных платежей, широко используется при оценке долговых и долевых ценных бумаг, в анализе инвестиционных проектов, а также в анализе аренды.

Аннуитет представляет собой частный случай денежного потока. Известны

два подхода к его определению. Согласно первому подходу аннуитет представляет собой однонаправленный денежный поток, элементы которого имеют место через равные временные интервалы. Второй подход накладывает дополнительное ограничение, а именно: элементы денежного потока одинаковы по величине. В дальнейшем изложении материала следует придерживаться именно второго подхода. Если число равных временных интервалов ограничено, аннуитет называется срочным. В этом случае:

$$C_1 = C_2 = \dots = C_n = A.$$

Для оценки будущей и приведенной стоимости аннуитета можно пользоваться вышеприведенными формулами, вместе с тем благодаря специфике аннуитетов в отношении равенства денежных поступлений они могут быть существенно упрощены.

В частности, для решения прямой задачи оценки срочных аннуитетов постнумерандо и пренумерандо при заданных величинах регулярного поступления (A) и процентной ставке (r) можно воспользоваться формулами:

$$FV_{pst}^a = A \cdot FM_3(r, n); \quad (7)$$

$$FV_{pre}^a = FV_{pst}^a \cdot (1+r) = A \cdot FM_3(r, n) \cdot (1+r), \quad (8)$$

$$\text{где } FM_3(r, n) = \sum_{k=1}^n (1+r)^{n-k} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}. \quad (9)$$

Экономический смысл  $FM_3(r, n)$ , называемого мультиплицирующим множителем для аннуитета, заключается в следующем: он показывает, чему будет равна суммарная величина срочного аннуитета в одну денежную единицу (например, один рубль) к концу срока его действия. Предполагается, что производится лишь начисление денежных сумм, а их изъятие может быть сделано по окончании срока действия аннуитета. Множитель  $FM_3(r, n)$  часто используется в финансовых вычислениях, и поскольку легко заметить, что его значения в общем виде зависят лишь от r и n, они также табулированы.

Для решения обратной задачи оценки срочных аннуитетов постнумерандо и пренумерандо, являющейся основной при анализе инвестиционных проектов, денежные притоки которых имеют вид аннуитетных поступлений, можно воспользоваться формулами:

$$FV_{pst}^a = A \cdot FM_4(r\%, n); \quad (10)$$

$$FV_{pre}^a = FV_{pst}^a \cdot (1+r) = A \cdot FM_4(r\%, n) \cdot (1+r), \quad (11)$$

$$\text{где } FM_4(r, n) = \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+r)^k} = \frac{1-(1+r)^{-n}}{r}. \quad (12)$$

Экономический смысл  $FM_4(r, n)$ , называемого дисконтирующим множителем для аннуитета, заключается в следующем: он показывает, чему равна с позиции текущего момента величина аннуитета с регулярными денежными поступлениями в размере одной денежной единицы (например, один рубль), продолжающегося в равных периодах ( $n$ ) с заданной процентной ставкой  $r$ . Значения этого множителя также табулированы.

При выполнении некоторых инвестиционных расчетов используется техника оценки бессрочного аннуитета. Аннуитет называется бессрчным, если денежные поступления продолжают достаточно длительное время (в западной практике к бессрчным относятся аннуитеты, рассчитанные на 50 и более лет).

В этом случае прямая задача смысла не имеет. Что касается обратной задачи, то ее решение для аннуитета постнумерандо делается на основе формулы:

$$PV = \frac{A}{r}. \quad (13)$$

Приведенная формула используется для оценки целесообразности приобретения бессрчного аннуитета. В этом случае известен размер годовых поступлений; в качестве коэффициента дисконтирования  $r$  обычно принимается гарантированная процентная ставка (например, процент, предлагаемый государственным банком).

Немаловажным является вопрос о стоимости капитала и ее роли в оценке инвестиционных проектов. Любая компания нуждается в источниках средств финансирования своей деятельности, как с позиции перспектив, так и в плане текущих операций. В зависимости от длительности существования в данной конкретной форме активы компании, равно как и источники средств можно подразделить на кратко- и долгосрочные. Привлечение того или иного источника финансирования связано для компании с определенными затратами: акционерам нужно выплачивать дивиденды, банкам – проценты за предоставленные ими ссуды, инвесторам – проценты за сделанные ими инвестиции и др. Общая сумма средств, которую нужно уплатить за использование определенного объема финансовых ресурсов, выраженная в процентах к этому объему, называется стоимостью капитала (*cost of capital*). В идеале предполагается, что, как правило, текущие активы финансируются за счет краткосрочных, а средства для

тельного пользования – за счет долгосрочных источников средств. Благодаря этому оптимизируется общая сумма расходов по привлечению средств.

Концепция стоимости капитала является одной из базовых в теории капитала. Она не сводится только к исчислению относительной величины денежных выплат, которые нужно перечислить владельцам, предоставившим финансовые ресурсы, но также характеризует тот уровень рентабельности инвестированного капитала, который должна обеспечивать фирма, чтобы не уменьшить свою рыночную стоимость.

Анализ структуры пассива баланса, характеризующего источники средств, показывает, что основными их видами являются внутренние источники (средства собственников или участников в виде уставного капитала, нераспределенной прибыли и фондов собственных средств), заемные средства (кредиты, ссуды и займы банков и прочих инвесторов), временно привлеченные средства (кредиторы). Причины их образования, а также величина и доля в общей сумме источников средств могут быть различными.

Уставный капитал изначально формируется как основа стартового капитала, необходимого для создания коммерческой организации. При этом владельцы или участники коммерческой организации формируют его исходя из собственных финансовых возможностей и в размере, достаточном для выполнения той деятельности, ради которой она создается. Фонды собственных средств, представляющие собой, по сути, отложенную к распределению прибыль, формируются либо вынужденно (например, резервный капитал), либо осознанно – собственники фирмы предполагают, что достигаемое таким образом расширение объемов деятельности представляет собой более выгодное размещение капитала, чем изыятие прибыли и направление ее на потребление или в другую сферу бизнеса. Временно привлеченные средства образуются на предприятии за счет кредитов и займов, а также в результате временного лага между получением товарно-материальных ценностей и их оплатой.

Стоимость любого источника финансирования различна, поэтому стоимость капитала по фирме в целом находят по формуле средней арифметической взвешенной. Показатель исчисляется в процентах и, как правило, по годовым данным. Основная сложность при расчетах заключается в исчислении стоимости единицы капитала, полученного из конкретного источника средств. Для некоторых источников ее мож-

но вычислить достаточно легко (например, цена банковского кредита), для ряда других источников это сделать довольно трудно, причем точное исчисление в принципе невозможно. Тем не менее даже приближительное знание стоимости капитала коммерческой организации весьма полезно как для сравнительного анализа эффективности авансирования средств в его деятельность, так и для осуществления его собственной инвестиционной политики.

Как видно из бухгалтерского баланса, можно выделить пять основных источников капитала, стоимость которых необходимо знать для расчета средневзвешенной стоимости капитала фирмы: банковские ссуды и займы; облигационные займы; привилегированные акции; обыкновенные акции; нераспределенная прибыль. Стоимость каждого из этих источников различна, однако логика ее формирования одинакова и в наиболее общем виде может быть описана известной паутинообразной моделью равновесия спроса и предложения на финансовые ресурсы данного типа [1].

Показатель, характеризующий относительный уровень общей суммы расходов на поддержание оптимальной структуры долгосрочных источников финансирования фирмы, как раз и характеризует стоимость авансированного в ее деятельность капитала и носит название средневзвешенной стоимости капитала (Weighted Average Cost of Capital, WACC). Этот показатель отражает сложившийся на предприятии минимум возврата на вложенный в его деятельность капитал, его рентабельность, и рассчитывается по формуле средней арифметической взвешенной по нижеприведенному алгоритму:

$$WACC = \sum_{j=1}^n k_j \cdot d_j, \quad (14)$$

где  $k_j$  – стоимость  $j$ -го источника средств;  $d_j$  – удельный вес  $j$ -го источника средств в общей их сумме.

Не только собственно расчет значения WACC, но и обоснованность применения этого показателя в аналитических расчетах связаны с определенными оговорками и условностями. В частности, при анализе инвестиционных проектов использование WACC в качестве коэффициента дисконтирования возможно лишь в том случае, если имеется основание полагать, что новые и существующие инвестиции имеют одинаковую степень риска и финансируются из различных источников, являющихся типовыми для финансирования инвестиционной деятельности в данной компании. Нередко привлечение дополнительных источников для финансирования новых проектов приводит к изменению финансового риска компании в целом, т.е. к изменению значения WACC.

На значение этого показателя оказывают влияние не только внутренние условия деятельности компании, но и внешняя конъюнктура финансового рынка; так, при изменении процентных ставок изменяется и требуемая акционерами норма прибыли на инвестированный капитал, что влияет на значение WACC.

#### Список литературы

1. Ковалёв В.В. Практикум по анализу и финансовому менеджменту. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2009.
2. Ковалев В.В., Уланов В.А. Курс финансовых вычислений: учебное пособие. – 3-е изд., доп. – М., 2010.

#### Рецензенты:

Медников М.Д., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Национальная экономика» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, г. Санкт-Петербург;

Васюхин О.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой прикладной экономики и маркетинга Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 26.04.2011