ФИНАНСЫ

УДК 336.6
DOI: 10.17223/19988648/49/9

С.Г. Галевский

БИНАРНАЯ МОДЕЛЬ ДИСКОНТИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ УЧЕТА РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕАЛЬНЫХ АКТИВОВ

Дисконтирование денежных потоков на современном этапе развития финансовой науки является основой большинства финансовых расчетов. Однако сложившаяся в настоящее время практика применения этого метода с учетом рисков в ставке дисконтирования в виде премии за риск к величине требуемой доходности в большей степени подходит для оценки финансовых активов, поскольку они генерируют только один тип денежного потока (притоки). В случае с реальными активами, генерирующими как притоки, так и оттоки, использование одной ставки дисконтирования, включающей премию за риск, приводит к неадекватному учету рисков увеличения оттоков относительно их прогнозируемой величины (рисков второго рода). Для устранения указанного недостатка в настоящей работе предложена бинарная модель дисконтирования денежных потоков, предполагающая использование двух ставок дисконтирования (отдельно для притоков и отдельно для оттоков), определяемых на основе требуемой для данного актива доходности. Предложенная модель позволяет корректно учесть в расчетах риски как первого, так и второго рода и рассчитать диапазон возможных значений чистой текущей стоимости оцениваемого актива. Как показано в настоящей работе на примере оценки инвестиционных проектов, при оценке реальных активов наблюдается существенная разница между величиной чистой текущей стоимости, определяемой с использованием традиционного подхода к дисконтированию денежных потоков с применением требуемой доходности в качестве единой ставки дисконтирования как для притоков, так и для оттоков, и величиной чистой текущей стоимости, определяемой на основе предложенной бинарной модели с раздельным учетом рисков первого и второго рода в двух разных ставках дисконтирования. В наибольшей степени разница в результатах оценки проявляется для реальных активов, генерирующих неординарные денежные потоки. Различия возникают из-за корректного учета риска второго рода в предложенной методике, что позволяет рекомендовать ее к применению в рамках метода дисконтированных денежных потоков при оценке реальных активов. Представляется, что это даст возможность добиться максимальной обоснованности оценки активов такого типа и позволит повысить качество принимаемых на основе метода дисконтированных денежных потоков управленческих решений.

Ключевые слова: *дисконтированные денежные потоки, ставка дисконтирования, требуемая доходность, риск и доходность, реальные активы*.

В настоящее время в практике финансового менеджмента большое значение имеет определение справедливой стоимости (ценности) того или иного актива. Именно по результатам сравнения справедливой стоимости и текущей цены инвестор принимает решение о покупке или продаже актива. При этом основным методом, используемым для определения справедливой цены, является метод дисконтированных денежных потоков, предполагающий прогнозирование генерируемых активом денежных потоков и дисконтирование их по ставке, равной требуемой доходности. Такой подход используется повсеместно для оценки как финансовых активов (акции, облигации), так и активов реальных (инвестиционные проекты, бизнес). Соответственно, от корректного применения метода дисконтированных денежных потоков во многом зависит и эффективность множества принимаемых управленческих решений. Поэтому совершенствование методологии и инструментария данного метода является одной из важнейших задач современной финансовой науки.

Реализация метода дисконтированных денежных потоков предполагает определение двух основных составляющих: чистых денежных потоков, генерируемых активом (FCF); ставки дисконтирования, равной требуемой доходности (k).

Очевидно, что при осуществлении расчетов необходимо учесть риски, связанные с инвестированием средств в данный актив. Теоретически, риски могут быть учтены как в величине прогнозируемых чистых денежных потоков, так и в оценке требуемой доходности. Однако сложившаяся практика выполнения расчетов по методу дисконтированных денежных потоков практически повсеместно предполагает учет рисков именно в виде премии к величине требуемой доходности, поэтому ставка дисконтирования складывается, как правило, из двух составляющих: безрисковой доходности (премия за ожидание) и рисковой составляющей (премия за риск). Определение безрисковой доходности традиционно осуществляется на основании доходности государственных ценных бумаг, поэтому премия за ожидание является объективной величиной. Кроме того, премия за ожидание отражает обесценение будущих денежных поступлений и выбытий, поэтому адекватность ее применения для дисконтирования чистых денежных потоков не вызывает сомнений.

Иначе обстоит дело с использованием премии за риск. При ее применении для дисконтирования чистых денежных потоков возникают сомнения в корректности используемой расчетной модели. Традиционно стоимость (ценность) актива в рамках метода дисконтированных денежных потоков рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \sum_{i=1}^{n} \frac{FCF_i}{(1+k)^i}, \qquad (1)$$

где FCF_i – чистый денежный поток i-го периода; k – ставка дисконтирования.

При этом необходимо учитывать, что чистый денежный поток представляет собой разницу между положительными денежными потоками (притоками) и отрицательными денежными потоками (оттоками). Если для финансовых активов оттоки могут отсутствовать или составлять настолько незначительную величину, что ими в большинстве случаев можно пренебречь, то для реальных активов оттоки представляют собой полноценную составляющую чистого денежного потока, а их корректный прогноз и учет всех связанных с ними факторов крайне важны для получения обоснованной величины ценности реального актива. Соответственно, и все риски, связанные с инвестированием средств в реальный актив и выражающиеся в конечном итоге в уменьшении величины чистых денежных потоков по сравнению с их ожидаемой величиной, могут быть сгруппированы в две категории:

1) риск того, что притоки окажутся меньше ожидаемой величины (риск первого рода);

2) риск того, что оттоки окажутся больше ожидаемой величины (риск второго рода).

Для того чтобы оценить, насколько корректно рисковая составляющая в ставке дисконтирования позволяет отразить риск первого и второго рода при осуществлении расчетов по методу дисконтированных денежных потоков, представим формулу (1) в следующем виде:

$$V = \sum_{i=1}^{n} \frac{FCF_i}{(1+k)^i} = \sum_{i=1}^{n} \frac{CFP_i}{(1+k_f+k_r)^i} - \sum_{i=1}^{n} \frac{CFN_i}{(1+k_f+k_r)^i}, \qquad (2)$$

где FCF_i – чистый денежный поток i-го периода; k – ставка дисконтирования; CFP_i – притоки i-го периода; CFN_i – оттоки i-го периода; k_f – безрисковая ставка; k_r – премия за риск.

Формула (2) наглядно показывает, что прибавление к требуемой доходности рисковой составляющей действительно приводит к снижению дисконтированной величины ожидаемых притоков (т.е. корректно отражает риск первого рода), однако одновременно снижает и дисконтированную величину ожидаемых оттоков (т.е. некорректно учитывает риск второго рода). Поэтому подход, предполагающий дисконтирование чистых денежных потоков по ставке, включающей премию за риск, дает адекватные и обоснованные результаты только при оценке финансовых активов, а для реальных активов, предполагающих значительные оттоки, существенно искажает учет рисков в расчетной модели и, как следствие, оцениваемую величину стоимости актива, что делает невозможным принятие обоснованных управленческих решений на ее основе.

В силу этого представляется целесообразным для оценки реальных активов (равно как и для оценки финансовых активов, предполагающих наличие значительных оттоков) использовать две различные ставки дисконтирования: одна ставка – для притоков, другая – для оттоков. Подобная

модель была предложена автором настоящей статьи [1, с. 210], однако эта модель позволяет определять две различные ставки дисконтирования только в рамках модели CAPM (Capital Assets Pricing Model). Хотя данный подход к определению требуемой доходности, согласно исследованиям [2, с. 234; 3, с. 112; 4, с. 66; 5, с. 101; 6, с. 114; 7, с. 225], является наиболее распространенным как в англосаксонских странах, так и в странах континентальной Европы, зачастую используются и другие подходы и методы: модель дисконтированных дивидендов; метод кумулятивного построения; данные о текущей или исторической дивидендной доходности с корректировками на предполагаемый темп роста; цена заемного капитала, скорректированная на премию за риск; рыночная доходность, скорректированная на уровень риска; мультипликатор «цена/прибыль» и многие другие способы.

Автор настоящей статьи рекомендует определять требуемую доходность на собственный капитал на основе субъектно-ориентированного подхода, подробно описанного в работах [8, с. 205; 9, с. 133]. Более того, даже «модель CAPM» – достаточно общий термин, ведь существует множество ее модификаций, призванных адаптировать данный подход для применения в странах с низкой эффективностью рынков: скорректированная локальная модель [10, с. 436], модель рынков частичной сегментации, модель Лессарда, модель Годфри-Эспинозы, модель Дамодарана, модели, учитывающие премию за малый размер компании, модели с видоизмененной мерой риска: модель Хамады или модель Эстрады [11–26]. Стоит отметить, что аналогичные исследования проводились и по российскому фондовому рынку [27, с. 70; 28, с. 371; 29, с. 269; 30, с. 51; 31, с. 62; 32, с. 22; 33, с. 173].

Каждый подход к определению требуемой доходности имеет свои преимущества, недостатки и ограниченную область применения, поэтому для корректного учета рисков как первого, так и второго рода в методе дисконтированных денежных потоков необходима универсальная модель, которая позволила бы на основе определенной в рамках любого из существующих подходов требуемой доходности (и, соответственно, премии за риск) вычислить две различные ставки дисконтирования, применяемые отдельно для дисконтирования генерируемых активом притоков и оттоков. Разработка подобной, бинарной (с использованием двух ставок дисконтирования), модели и является целью настоящего исследования.

Для достижения поставленной в работе цели рассматривается гипотетическая возможность любой компании, оценивающей перспективы инвестирования в реальный актив (например, инвестиционный проект), сформировать портфель ценных бумаг, полностью повторяющий структуру прогнозируемых денежных потоков по проекту и при этом обладающий сопоставимым уровнем риска. Для этого портфель должен быть сформирован следующим образом: компания инвестирует собственные средства в размере, равном первоначальным вложениям в инвестицион-

ный проект. Помимо этого, компания заимствует некоторую сумму таким образом, чтобы выплаты по долгу в точности совпадали с оттоками реального актива по величинам и срокам. Весь предназначенный для инвестирования капитал (сумму собственных и заемных средств) компания вкладывает в некий финансовый актив, приносящий доходность и обеспечивающий поступления, соответствующие прогнозируемым притокам инвестиционного проекта. В таком случае доходность портфеля ценных бумаг k составит:

$$k = \frac{I+N}{I} * k_P - \frac{N}{I} * k_N, \tag{3}$$

где I – первоначальные инвестиции (собственный капитал); N – заемный капитал; k_P – доходность финансового актива; k_N – ставка по заемному капиталу.

С учетом равенства рисков реального актива и портфеля ценных бумаг требуемая доходность портфеля должна быть равна требуемой доходности инвестиционного проекта, которая может быть определена с использованием наиболее подходящей в каждом конкретном случае методики: модель CAPM, метода кумулятивного построения, модели дисконтированных дивидендов и т.д.

Более того, во избежание появления арбитражных возможностей должны совпадать не только требуемые доходности реального актива и портфеля ценных бумаг, но и их текущие стоимости. Чистая текущая стоимость портфеля (равно как и реального актива, например инвестиционного проекта), NPV, может быть определена следующим образом:

$$NPV = P - N - I, \tag{4}$$

где P – текущая стоимость поступлений от вложений в финансовый актив; N – текущая стоимость долга; I – первоначальные инвестиции (собственные средства).

Учитывая, что поступления от вложений в доходный актив по величине и срокам совпадают с притоками, которые генерирует реальный актив, их текущая стоимость может быть определена как

$$P = \sum_{i=1}^{n} \frac{CFP_i}{(1+k_P)^i}. \tag{5}$$

Аналогично, поскольку выплаты по долговым обязательствам в точности совпадают с оттоками по инвестиционному проекту, их текущую стоимость можно оценить так:

$$N = \sum_{i=1}^{n} \frac{CFN_i}{(1+k_N)^i}. \tag{6}$$

Таким образом, доходность актива и ставка по заемному капиталу выполняют роль двух ставок дисконтирования: для притоков и оттоков соответственно. Для корректного учета рисков первого и второго рода ставка

дисконтирования для притоков должна быть не меньше безрисковой доходности, а ставка дисконтирования для оттоков – не больше безрисковой доходности.

Система уравнений (3), (4), (5), (6) является недоопределенной и не позволяет однозначно вычислить значения ставок дисконтирования для притоков и оттоков или величину чистой приведенной стоимости реального актива. Представляется, что данная система может быть определена лишь на основании детального анализа реального актива, его прогнозируемых денежных потоков и рисков, и как следствие, уточнения соотношения между рисками первого и второго рода, что выходит за рамки настоящего исследования. Однако с использованием численных методов возможно вычислить диапазон значений текущей стоимости реального актива, который будет сформирован при различном распределении риска между рисками первого и второго рода и, соответственно, при различном распределении премии за риск между ставкой дисконтирования для притоков и ставкой дисконтирования для оттоков.

Проиллюстрируем механизм оценки стоимости и принятия управленческого решения относительно инвестирования средств в реальный актив на примере условного инвестиционного проекта. Предположим, что некая компания рассматривает возможность реализации пятилетнего инвестиционного проекта с первоначальными инвестициями в размере 100 млн руб., требуемая доходность, определенная по одной из вышеприведенных методик, составляет 20% годовых. Притоки и оттоки (в млн руб.), генерируемые условным проектом, а также расчет чистого дисконтированного денежного потока и чистой текущей стоимости проекта с применением одной ставки дисконтирования представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Расчет чистой текущей стоимости с применением одной ставки дисконтирования**

	0	1	2	3	4	5
Первоначальные инвестиции	100	–	–	–	–	–
Притоки	–	120	150	150	150	120
Оттоки	–	90	100	100	100	100
Чистый денежный поток	–100	30	50	50	50	20
Дисконтированный чистый денежный поток	–100	25,0	34,7	28,9	24,1	8,0
Чистая текущая стоимость	20,8					

Для оценки данного условного проекта с использованием двух ставок дисконтирования (и корректного учета рисков первого и второго рода) необходимо решить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,2 = \dfrac{100+N}{100} * k_P - \dfrac{N}{100} * k_N, \\ P = \dfrac{120}{(1+k_P)^1} + \dfrac{150}{(1+k_P)^2} + \dfrac{150}{(1+k_P)^3} + \dfrac{150}{(1+k_P)^4} + \dfrac{120}{(1+k_P)^5}, \\ N = \dfrac{90}{(1+k_N)^1} + \dfrac{100}{(1+k_N)^2} + \dfrac{100}{(1+k_N)^3} + \dfrac{100}{(1+k_N)^4} + \dfrac{100}{(1+k_N)^5}, \\ NPV = P - N - 100. \end{cases} \quad (7)$$

Предположим, что доходность безрискового актива составляет 8%. Тогда для корректного учета рисков первого и второго рода для системы уравнений (7) действует система ограничений:

$$\begin{cases} k_P \geq 0,08, \\ k_N \leq 0,08. \end{cases} \quad (8)$$

Как было отмечено ранее, система уравнений (7) является недоопределенной, поэтому однозначно определить значение чистой приведенной стоимости проекта не представляется возможным. Однако с использованием численных методов можно определить минимальное и максимальное значения NPV условного проекта, которые могут быть достигнуты при различных значениях ставок дисконтирования для притоков и оттоков с учетом системы ограничений (8). Расчет минимального и максимального значений чистой текущей стоимости (в млн руб.) условного проекта представлен в табл. 2.

Таблица 2. **Расчет минимальной и максимальной величин чистой текущей стоимости проекта с применением бинарной модели**

	0	1	2	3	4	5
Первоначальные инвестиции	100	–	–	–	–	–
Притоки	–	120	150	150	150	120
Оттоки	–	90	100	100	100	100
Дисконтированные притоки	0,0	108,6	123,0	111,3	100,8	73,0
Дисконтированные оттоки	100,0	83,3	85,7	79,4	73,5	68,1
Дисконтированный чистый денежный поток	–100,0	25,3	37,2	31,9	27,3	5,0
Чистая текущая стоимость (мин)	26,7					
Дисконтированные притоки	0,0	111,1	128,6	119,1	110,3	81,7
Дисконтированные оттоки	100,0	85,6	90,4	86,0	81,8	77,8
Дисконтированный чистый денежный поток	–100,0	25,5	38,2	33,1	28,5	3,9
Чистая текущая стоимость (макс)	29,1					

Таким образом, при оценке чистой текущей стоимости условного проекта с использованием одной ставки дисконтирования ее значение состав-

ляет 20,8 млн руб., при использовании двух ставок дисконтирования величина чистой текущей стоимости проекта находится в диапазоне от 26,7 до 29,1 млн руб. Обе модели позволяют сделать вывод о целесообразности реализации данного условного проекта, при этом модель с двумя ставками дисконтирования дает более высокую оценку значения чистой текущей стоимости проекта. Вместе с тем необходимо принимать во внимание, что значение NPV при использовании традиционной модели дисконтирования денежных потоков не может оказаться ниже величины первоначальных инвестиций:

$$\lim_{k\to\infty} NPV = \lim_{k\to\infty}(-I + \sum_{i=1}^{n} \frac{FCF_i}{(1+k)^i}) = -I. \qquad (9)$$

В случае с использованием бинарной модели дисконтирования денежных потоков подобное ограничение на минимальное значение NPV проекта при росте требуемой доходности отсутствует, поэтому при достаточно большом значении требуемой доходности чистая текущая стоимость проекта, рассчитанная с использованием традиционной модели, превысит чистую текущую стоимость проекта, рассчитанную на основе бинарной модели. Зависимость NPV условного проекта от требуемой доходности, представленная на рис. 1, подтверждает эту гипотезу.

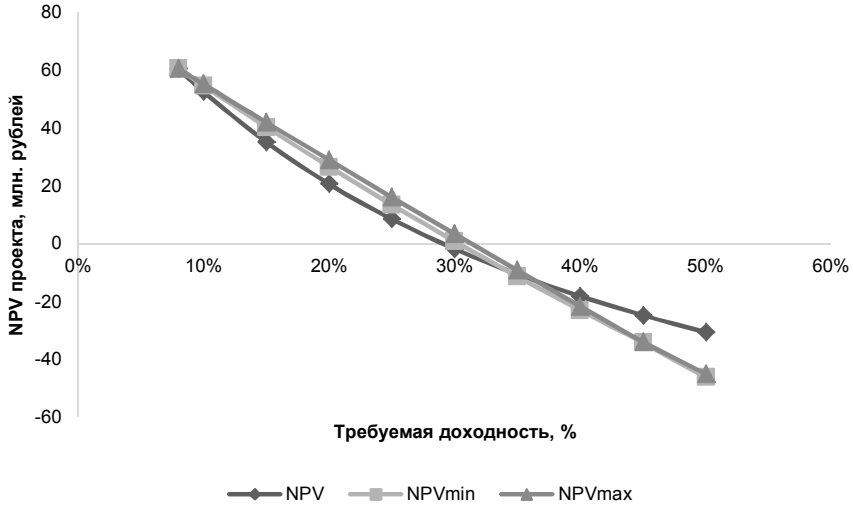

Рис. 1. Зависимость чистой приведенной стоимости от требуемой доходности

Таким образом, при относительно низких ставках требуемой доходности дисконтирование по бинарной модели дает более высокую оценку NPV проекта, в то время как при относительно высоких, наоборот, более низкую.

Однако в данном примере оценен ординарный проект, все чистые денежные потоки которого представляют собой положительную величину. При работе с такими денежными потоками традиционная модель способна давать адекватные результаты оценки реальных активов за счет большего снижения дисконтированной величины притоков по сравнению со снижением дисконтированной величины оттоков. Представляется, что наибольшие различия между двумя моделями в результатах оценки можно наблюдать на примере реальных активов, генерирующих неординарные денежные потоки.

Предположим, что приведенный ранее условный проект обременен необходимостью осуществления затрат по его ликвидации в размере 50 млн руб. в последний год реализации проекта. В таком случае суммарные оттоки в последний год проекта составят 150 млн руб. и превысят притоки, что приведет к отрицательной величине чистого денежного потока. Расчет чистой текущей стоимости такого проекта с использованием одной ставки дисконтирования представлен в табл. 3.

Таблица 3. **Расчет чистой текущей стоимости с применением одной ставки дисконтирования**

	0	1	2	3	4	5
Первоначальные инвестиции	100	–	–	–	–	–
Притоки	–	120	150	150	150	120
Оттоки	–	90	100	100	100	100
Затраты на ликвидацию проекта	–	–	–	–	–	50
Чистый денежный поток	–100	30	50	50	50	–30
Дисконтированный чистый денежный поток	–100	25,0	34,7	28,9	24,1	–12,1
Чистая текущая стоимость	0,7					

Таким образом, при оценке условного проекта с обременением с использованием одной ставки дисконтирования значение его чистой текущей стоимости составит 0,7 млн руб. Соответственно, несмотря на значительное снижение чистой текущей стоимости, ее величина все еще остается положительной и, как следствие, проект может быть рекомендован к реализации. Однако можно обратить внимание на величину дисконтированного чистого денежного потока в последний год реализации: она составляет –12,1 млн руб., что *больше* величины чистого денежного потока за тот же период, дисконтированного по безрисковой ставке (–20,4 млн руб.). Очевидно, такие результаты расчетов противоречат логике учета рисков при оценке проектов. Некорректный учет риска второго рода (риска роста оттоков относительно ожидаемой величины) для отрицательных чистых денежных потоков приводит к тому, что использование премии за риск не снижает расчетную величину NPV, а, наоборот, повышает ее. Поэтому применение бинарной модели особенно актуально для оценки стоимости актива, генерирующего неординарные денежные потоки. Расчет мини-

мального и максимального значений чистой текущей стоимости проекта с использованием двух ставок дисконтирования представлен в табл. 4.

Таблица 4. **Расчет минимальной и максимальной величин чистой текущей стоимости проекта с применением бинарной модели**

	0	1	2	3	4	5
Первоначальные инвестиции	100	–	–	–	–	–
Притоки	–	120	150	150	150	120
Оттоки	–	90	100	100	100	100
Затраты на ликвидацию проекта	–	–	–	–	–	50
Дисконтированные притоки	0,0	108,8	123,3	111,8	101,4	73,5
Дисконтированные оттоки	100,0	83,3	85,7	79,4	73,5	102,1
Дисконтированный чистый денежный поток	–100,0	25,5	37,6	32,4	27,9	–28,6
Чистая текущая стоимость (мин)	–5,2					
Дисконтированные притоки	0,0	111,1	128,6	119,1	110,3	81,7
Дисконтированные оттоки	100,0	85,4	90,1	85,5	81,1	115,4
Дисконтированный чистый денежный поток	–100,0	25,7	38,5	33,6	29,2	-33,8
Чистая текущая стоимость (макс)	–6,8					

Таким образом, при оценке чистой текущей стоимости условного проекта с использованием бинарной модели дисконтирования денежных потоков величина чистой текущей стоимости проекта находится в диапазоне от –5,2 до –6,8 млн руб. В отличие от традиционной модели дисконтирования, по результатам данной оценки реализация проекта представляется нецелесообразной. Более того, как видно по рис. 2, использование одной ставки дисконтирования завышает оценку чистой текущей стоимости проекта при любых значениях требуемой доходности, больших безрисковой ставки.

Соответственно, использование бинарной модели для оценки реальных активов, генерирующих неординарные денежные потоки, может уберечь инвестора от вложения средств в актив, не способный генерировать требуемую доходность, например в проект с отрицательной чистой текущей стоимостью.

Для проверки выводов, полученных на основе рассмотрения приведенных выше примеров, использовано имитационное моделирование. В первую очередь была сгенерирована выборка из 1 000 пятилетних проектов, первоначальные инвестиции в каждый из которых составляют 100 млн руб., ежегодные притоки – от 100 до 150 млн руб., а ежегодные оттоки – от 70 до 100 млн руб. Таким образом, все проекты в выборке являются ординарными, поскольку в любой год проекта генерируемые им притоки не меньше оттоков. Используемая в расчетах безрисковая ставка составляла 8%, а требуемая доходность – 20%.

Анализ выборки показал, что значения NPV проектов при использовании традиционной и бинарной моделей дисконтирования существенно различаются. Основные статистические показатели представлены в табл. 5.

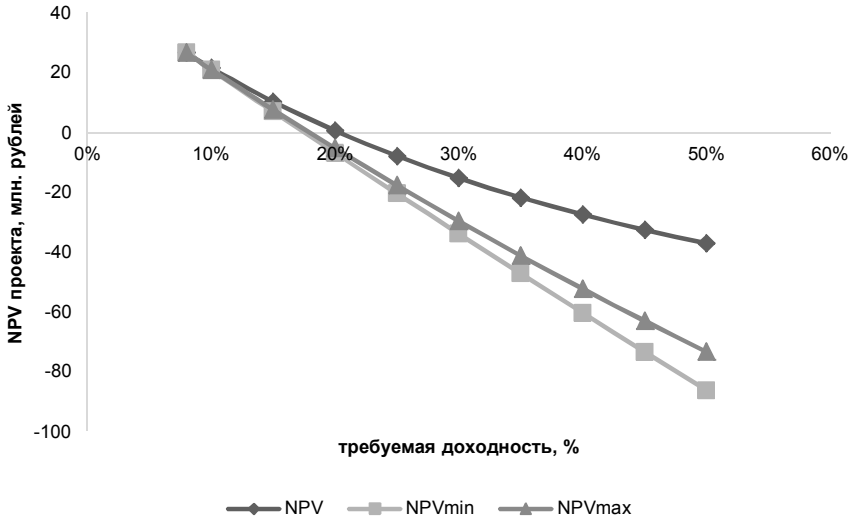

Рис. 2. Зависимость чистой приведенной стоимости от требуемой доходности

Таблица 5. **Статистические параметры выборки ординарных проектов**

Параметр	Традиционная модель дисконтирования	Бинарная модель дисконтирования	
		Минимальные значения	Максимальные значения
Минимальный NPV	–50,7	–60,8	–65,2
Максимальный NPV	92,3	113,9	123,2
Размах вариации NPV	143,1	174,7	188,3
Математическое ожидание NPV	20,0	26,8	30,1
Среднее квадратическое отклонение NPV	23,8	29,4	31,6
Количество эффективных проектов (NPV>0)	769	800	815

Как видно из табл. 5, значения NPV при использовании бинарной модели дисконтирования для оценки ординарных проектов характеризуются большим математическим ожиданием NPV и большим разбросом (размах вариации, среднеквадратическое отклонение) по сравнению с традиционной моделью. Это позволяет сделать вывод о том, что применение традиционной модели не только занижает, но и усредняет значения NPV проектов за счет одновременного дисконтирования и притоков, и оттоков по одной и той же ставке. Очевидно, что занижение NPV приводит не только к снижению параметров оцениваемого проекта, но и искажает принимаемое по его поводу управленческое решение: часть эффективных проектов отклоняется, что сужает возможности компании по выгодному размещению средств.

Так, при использовании традиционной модели дисконтирования всего 769 проектов из всей выборки (1 000 проектов) имеют положительное значение чистой приведенной стоимости и, как следствие, их реализация должна быть признана целесообразной. В то же время при использовании бинарной модели дисконтирования от 800 до 815 проектов из выборки оцениваются как эффективные. Таким образом, традиционная модель приводит к ошибке при принятии управленческого решения относительно 4–5% эффективных проектов. Для проверки того, насколько значимы эти отклонения и можно ли считать результаты, полученные при использовании разных моделей дисконтирования, действительно различными, была выдвинута гипотеза о том, что расхождение результатов, полученныхе при использовании традиционной и бинарной моделей, статистически незначимо. Данная гипотеза проверена дважды, на нижней и верхней границах получаемых при помощи бинарной модели значений. Для проверки гипотезы использован критерий Пирсона (хи-квадрат), как хорошо подходящий для анализа данных, принадлежащих к определенным категориям (в нашем случае: эффективный или неэффективный проект). Результаты проверки представлены в табл. 6.

Таблица 6. **Проверка статистической гипотезы относительно выборки ординарных проектов**

Параметр	Традиционная модель дисконтирования	Бинарная модель дисконтирования	
		Минимальные значения	Максимальные значения
Количество эффективных проектов (первая категория)	769	800	815
Количество неэффективных проектов (вторая категория)	231	200	185
Критерий Пирсона	–	5,4	11,9
Уровень значимости (P-value)	–	2×10^{-2}	$5{,}6\times10^{-4}$

Гипотеза о несущественности различий, полученных при оценке ординарных проектов при помощи разных моделей дисконтирования, отвергается на уровне значимости 2×10^{-2} при использовании минимальных значений NPV в рамках бинарной модели и на уровне значимости $5{,}6\times10^{-4}$ при использовании максимальных значений. Таким образом, выдвинутая гипотеза о статистической незначимости расхождений в оценке проектов при использовании традиционной и бинарной моделей дисконтирования отвергается даже при весьма небольших уровнях значимости. Соответственно, с высокой долей уверенности можно утверждать, что результаты оценки ординарных проектов при помощи разных моделей дисконтирования существенно различаются.

Однако представляется, что наибольшее различие должно наблюдаться при оценке неординарных проектов. Для этого была сформирована вторая

выборка из 1 000 пятилетних проектов, первоначальные инвестиции в каждый из которых составляют 100 млн руб., ежегодные притоки – от 100 до 150 млн руб., ежегодные оттоки в годы с первого по четвертый – от 70 до 100 млн руб., отток пятого года – от 150 до 200 млн руб. Таким образом, все проекты в выборке являются неординарными, поскольку в последний год реализации проекта чистый денежный поток принимает отрицательное значение. Используемая в расчетах безрисковая ставка по-прежнему составляла 8%, а требуемая доходность – 20%.

Анализ выборки показал, что значения NPV проектов при использовании традиционной и бинарной моделей дисконтирования существенно различаются. Основные статистические показатели представлены в табл. 7.

Таблица 7. **Статистические параметры выборки неординарных проектов**

Параметр	Традиционная модель дисконтирования	Бинарная модель дисконтирования	
		Минимальные значения	Максимальные значения
Минимальный NPV	–80,4	–122	–111,6
Максимальный NPV	52,5	55,2	56,6
Размах вариации NPV	133,0	178,5	166,8
Математическое ожидание NPV	–16,7	–34,8	–31,0
Среднее квадратическое отклонение NPV	23,9	32,4	30,2
Количество эффективных проектов (NPV>0)	246	139	147

Статистические параметры выборки неординарных проектов в целом отличаются меньшими значениями математического ожидания NPV при сопоставимых значениях, характеризующих разброс чистой текущей стоимости: размах вариации и среднее квадратическое отклонение. Стоит отметить, что наблюдается б*о*льшая разница между математическим ожиданием NPV при использовании разных моделей дисконтирования, чем при оценке ординарных проектов. Кроме того, необходимо обратить внимание и на значительные различия между минимальными значениями NPV: если при традиционной модели дисконтирования минимум составляет –80,4 млн руб., то при использовании бинарной модели – уже –122 млн руб. Таким образом, можно сделать вывод, что использование традиционной модели дисконтирования, как и в случае с ординарными проектами, усредняет расчетное значение NPV (об этом говорят меньшее среднее квадратическое отклонение, размах вариации и более высокий минимум), но при этом не занижает его (как в случае с ординарными проектами), а завышает, о чем свидетельствует более высокое математическое ожидание. Завышение проявляется и в разделении проектов на эффективные и неэффективные: из выборки неординарных проектов при использовании традиционной модели дисконтирования 246 проектов имеют положительный NPV и, следовательно, могут быть рекомендованы к реализации, в то время как при ис-

пользовании бинарной модели дисконтирования лишь от 139 (при минимальных значениях) до 147 (при максимальных значениях) проектов являются эффективными. Соответственно, использование традиционной модели приводит к тому, что к реализации могут быть ошибочно рекомендованы 11–13% неэффективных проектов.

Для оценки значимости данных различий между моделями дисконтирования была выдвинута и проверена гипотеза о статистической незначимости полученных расхождений. Для проверки, как и в случае с выборкой ординарных проектов, использован критерий Пирсона, рассчитанный дважды, для минимальных и максимальных значений NPV в рамках бинарной модели дисконтирования. Результаты проверки представлены в табл. 8.

Таблица 8. **Проверка статистической гипотезы относительно выборки ординарных проектов**

Параметр	Традиционная модель дисконтирования	Бинарная модель дисконтирования	
		Минимальные значения	Максимальные значения
Количество эффективных проектов (первая категория)	246	139	147
Количество неэффективных проектов (вторая категория)	754	861	853
Критерий Пирсона	–	61,7	52,8
Уровень значимости (P-value)	–	$3{,}95\times10^{-15}$	$3{,}62\times10^{-13}$

Гипотеза о несущественности различий, полученных при оценке неординарных проектов при помощи разных моделей дисконтирования, отвергается на уровне значимости $3{,}95\times10^{-15}$ при использовании минимальных значений NPV в рамках бинарной модели и на уровне значимости $3{,}62\times10^{-13}$ при использовании максимальных значений, что примерно на десять порядков меньше, чем при оценке выборки ординарных проектов. Можно констатировать, что гипотеза о статистической незначимости различий в оценке при помощи разных моделей дисконтирования отвергается при крайне низких уровнях значимости и, следовательно, с высокой долей уверенности можно утверждать, что оценка неординарных проектов при помощи традиционной и бинарной моделей дисконтирования также дает существенно отличающиеся результаты. Кроме того, необходимо отметить, что P-value для гипотезы по выборке неординарных проектов примерно на десять порядков ниже, чем для гипотезы по выборке ординарных проектов, это подтверждает предположение о наибольшей значимости применения бинарной модели дисконтирования именно для активов, генерирующих неординарные денежные потоки.

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Использование традиционного подхода к дисконтированию всех денежных потоков по одной ставке приводит к усреднению получаемых результатов для активов, генерирующих как ординарные, так и неординарные денежные потоки. В представленных выборках это было наглядно продемонстрировано снижением размаха вариации и среднего квадратического отклонения по сравнению с бинарной моделью дисконтирования денежных потоков.

2. Как следствие, использование традиционного подхода к дисконтированию приводит к занижению показателей оцениваемого актива, генерирующего ординарные денежные потоки, а в случае с активом, генерирующим неординарные денежные потоки, наоборот, к завышению, что наглядно подтверждается более низким и более высоким значениями ожидаемого NPV по выборкам ординарных и неординарных проектов соответственно.

3. Указанное искажение результатов оценки из-за некорректного учета рисков второго рода приводит к искаженной классификации проектов (активов) на эффективные и неэффективные, что может существенно повлиять на принимаемые управленческие решения. Различия в разделении проектов при использовании традиционной и бинарной моделей дисконтирования статистически значимы и в наибольшей степени ощутимы при оценке активов, генерирующих неординарные денежные потоки.

Соответственно, использование традиционной модели дисконтирования для оценки в первую очередь реальных активов, генерирующих как притоки, так и оттоки (инвестиционных проектов, стоимости бизнеса), приводит к некорректной итоговой величине оценки из-за некорректного учета рисков второго рода. В наибольшей степени это проявляется при оценке активов, генерирующих неординарные денежные потоки. Для активов такого рода использование традиционного подхода к дисконтированию и применение единой ставки дисконтирования как к притокам, так и к оттокам обеспечивают завышенные оценки стоимости реального актива и, соответственно, подталкивают инвестора к неэффективному вложению средств. Поэтому представляется необходимым внедрение бинарной модели и использование двух ставок дисконтирования в методе дисконтированных денежных потоков, поскольку только в этом случае можно гарантировать корректный учет всех связанных с оцениваемым активом рисков, что обеспечит принятие обоснованных и эффективных управленческих решений.

Литература

1. *Галевский С.Г.* Модификация модели CAMP для корректного учета рисков в методе дисконтированных денежных потоков // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 1. С. 201–212.

2. *Graham J.R., Harvey C.R.* The theory and practice of corporate finance: evidence from the field // Journal of Financial Economics. 2001. № 60. P. 187–243.

3. *Brounen D., De Jong A., Koedijk K.C.G.* Corporate Finance in Europe Confronting Theory with Practice. ERIM Report Series Research in Management, Erasmus Research Institute of Management. 2004.

4. *Gitman L., Vandenberg P.* Cost of Capital Techniques Used by Major US Firms: 1997 vs. 1980 // Financial Practice and Education. Fall/Winter 2000. P. 53–68.

5. *Bruner R., Li W., Kritzman M., Myrgren S., Page S.* Market integration in developed and emerging markets: Evidence from the CAPM // Emerging Markets Review. 2008. Vol. 9. P. 89–103.

6. *Truong G., Graham P., Peat M.* Cost-of-Capital Estimation and Capital Budgeting Practice in Australia // Australian Journal of Management. June 2008. P. 95–121.

7. *Kolouchová P., Novák J.* Cost of Equity Estimation Techniques Used by Valuation Experts // IES Working Paper 8/2010. IES FSV, Charles University.

8. *Галевский С.Г.* Субъектно-ориентированный подход к оценке требуемой доходности на собственный капитал // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 3. С. 197–208.

9. *Галевский С.Г.* Выбор портфеля ценных бумаг на основе субъектно-ориентированного подхода к оценке требуемой доходности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 3. С. 128–139.

10. *Sharpe W.* Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk // Journal of Finance. 1964. № 19. P. 425–442.

11. *Lintner J.* The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budgets // Review of Economics and Statistics. 1965. № 47. P. 13–37.

12. *Mossin J.* Equilibrium in a Capital Asset Market // Econometrica. 1966. № 34 (4). P. 768–783.

13. *Pereiro L.* The valuation of closely-held companies in Latin America // Emerging Markets Review. 2001. № 2. P. 330–370.

14. *Bekaert G., Harvey C.* Time-Varying World Market Integration // Journal of Finance. 1995. V. 50, № 2. P. 403–444.

15. *Bekaert G., Harvey C.* Foreign speculators and emerging equity markets // Journal of Finance. 2000. Vol. 55, № 2. P. 565–613.

16. *Bekaert G., Harvey C.* Capital Flows and the Behavior of Emerging Market Equity Returns. Unpublished Working Paper 6669, 2003.

17. *Lessard D.* Incorporating country risk in the valuation of offshore projects // Journal of Applied Corporate Finance. 1996. № 9 (3). P. 52–63.

18. *Godfrey S., Espinosa R.* A Practical Approach to Calculating Costs of Equity for Investments in Emerging Markets // Journal of Applied Corporate Finance. 1996. № 9 (3). P. 80–89.

19. *Damodaran A.* Estimating Equity Risk Premiums (Working paper). N.Y. : NY University, Stern School of Business, 2002.

20. *Damodaran A.* Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of any Asset. 2nd. ed. N. Y. : Wiley Frontiers in Finance, 2002.

21. *Banz R.* The Relationship between Return and Market Value of Common Stocks // Journal of Financial Economics. March. 1981. № 9. P. 3–18.

22. *Barry C., Goldreyer E., Lockwood L., Rodrigues M.* Robustness of Size and Book-to-Market Effects: Evidence from Emerging Equity Markets // Emerging Markets Review. 2002. № 3.

23. *Mariscal J., Lee R.* The Valuation of Mexican Stocks: An Extension of the Capital Asset Pricing Model. N. Y. : Goldman Sachs, 1993.

24. *Hamada R.S.* Portfolio Analysis, Market Equilibrium and Corporation Finance // Journal of Finance. May 1969. P. 13–31.

25. *Hamada R.S.* The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks // Journal of Finance. May 1972. P. 435–452.

26. *Estrada J.* The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Risk Approach // Emerging Markets Quarterly. (Fall), 2000. P. 19–30.

27. *Estrada J.* The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Risk Approach (II) // Emerging Markets Quarterly. (Spring), 2001. P. 63–72.

28. *Estrada J.* Systematic Risk in Emerging Markets: The D-CAPM // Emerging Markets Review. 2002. № 3 (4). P. 365–379.

29. *Estrada J., Serra A.* Risk and Return in Emerging Markets: Family Matters // Journal of Multinational Financial Management. 2005. № 15 (3). P. 257–272.

30. *Бухвалов А.В., Окулов В.Л.* Классические модели ценообразования на капитальные активы и российский финансовый рынок. Ч. 1: Эмпирическая проверка модели CAPM // Научные доклады НИИ менеджмента СПбГУ. 2006. № 36. С. 46–52.

31. *Бухвалов А.В., Окулов В.Л.* Классические модели ценообразования на капитальные активы и российский финансовый рынок. Ч. 2: Возможность применения вариантов модели CAPM // Научные доклады НИИ менеджмента СПбГУ. 2006. № 36. С. 53–61.

32. *Теплова Т.В., Селиванова Н.В.* Эмпирическое исследование применимости модели DCAPM на развивающихся рынках // Корпоративные финансы. 2007. № 3. С. 5–25.

33. *Teplova T., Shutova E.* A Higher Moment Downside Framework For Conditional And Unconditional CAPM In The Russian Stock Market // Eurasian Economic Review. 2011. № 1 (2). P. 157–178.

A Binary Model of Discounting Cash Flows to Correct Risk Assessment for Real Assets Evaluation

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics. 2020. 49. pp. 122–140. DOI: 10.17223/19988648/49/9

Sergey G. Galevskii, Saint-Petersburg Mining University (Saint Petersburg, Russian Federation). E-mail: sgalevskii@gmail.com

Keywords: discounted cash flows, discount rate, required rate of return, risk and return, real assets.

Discounting cash flows at the present stage of development of financial science is the basis of most financial calculations. However, the current practice of applying this method, taking into account risks in the discount rate in the form of a risk premium to the magnitude of the required return, is more suitable for the valuation of financial assets since they generate only one type of cash flow (inflows). In the case of real assets that generate both inflows and outflows, the use of a single discount rate, including a risk premium, leads to inadequate accounting for the risks of increasing outflows relative to their predicted value (risks of the second kind). To eliminate this drawback, this article proposes a binary cash flow discounting model that involves the use of two discount rates (separately for inflows and for outflows) determined on the basis of the yield required for this asset. The proposed model allows one to correctly take into account the risks of both the first and second kind and calculate the range of possible values of the net present value of the asset being evaluated. As shown in this article on the example of evaluating investment projects, when evaluating real assets, there is a significant difference between the net present value determined by the traditional approach to discounting cash flows using the required yield as a single discount rate for both inflows and outflows and the value of the net present value determined on the basis of the proposed binary model with separate consideration of the risks of the first and second kind at two different rates of discounting. The difference in valuation results is most pronounced for real assets that generate extraordinary cash flows. Differences arise due to the correct consideration of the risk of the second kind in the proposed method, which makes it possible to recommend it for use in the framework of the discounted cash flow method when evaluating real assets. It seems that this will provide an opportunity to achieve the maximum reasonableness of valuation of assets of this type and will improve the quality of management decisions made on the basis of the discounted cash flow method.

References

1. Galevskii, S.G. (2019) CAPM Modification for correct risk assessment in discounted cash flow method. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki – St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics.* 12 (1). 201–212. (In Russian). DOI: 10.18721/JE.12117 /

2. Graham, J.R. & Harvey, C.R. (2001) The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. *Journal of Financial Economics.* 60. pp. 187–243.

3. Brounen, D., De Jong, A. & Koedijk, K.C.G. (2004) *Corporate Finance in Europe Confronting Theory with Practice.* ERIM Report Series Research in Management, Erasmus Research Institute of Management.

4. Gitman, L. & Vandenberg, P. (2000) Cost of Capital Techniques Used by Major US Firms: 1997 vs. 1980. *Financial Practice and Education.* Fall/Winter. pp. 53–68.

5. Bruner, R. et al. (2008) Market integration in developed and emerging markets: Evidence from the CAPM. *Emerging Markets Review*. 9. pp. 89–103.

6. Truong, G., Graham, P. & Peat, M. (2008) Cost-of-Capital Estimation and Capital Budgeting Practice in Australia. *Australian Journal of Management*. June. pp. 95–121.

7. Kolouchová, P. & Novák, J. (2010) Cost of Equity Estimation Techniques Used by Valuation Experts. *IES Working Papers*. 8. IES FSV, Charles University.

8. Galevskii, S.G. (2017) Subject-Oriented Approach to Estimating the Cost of Equity. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki – St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 10 (3). pp. 197–208. (In Russian). 10.18721/JE.10317

9. Galevskii, S.G. (2018) Portfolio Selection Based on Subject-Oriented Approach to Estimating the Cost of Equity. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki – St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 11 (3). pp. 128–139. (In Russian). DOI: 10.18721/JE.11311

10. Sharpe, W. (1964) Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance.* 19. pp. 425–442.

11. Lintner, J. (1965) The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*. 47. pp. 13–37.

12. Mossin, J. (1966) Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*. 34 (4). pp. 768–783.

13. Pereiro, L. (2001) The valuation of closely-held companies in Latin America. *Emerging Markets Review.* 2. pp. 330–370.

14. Bekaert, G. & Harvey, C. (1995) Time-Varying World Market Integration. *Journal of Finance*. 50 (2). DOI: 10.1111/j.1540-6261.1995.tb04790.x

15. Bekaert, G. & Harvey, C. (2000) Foreign speculators and emerging equity markets. *Journal of Finance*. 55 (2). pp. 565–613.

16. Bekaert, G. & Harvey, C. (2003) *Capital Flows and the Behavior of Emerging Market Equity Returns*. Unpublished Working Paper 6669.

17. Lessard, D. (1996) Incorporating country risk in the valuation of offshore projects. *Journal of Applied Corporate Finance*. 9 (3). pp. 52–63.

18. Godfrey, S. & Espinosa, R. (1996) A Practical Approach to Calculating Costs of Equity for Investments in Emerging Markets. *Journal of Applied Corporate Finance*. 9 (3). pp. 80–89.

19. Damodaran, A. (2002) *Estimating Equity Risk Premiums* (Working Paper). New York: NY University, Stern School of Business.

20. Damodaran, A. (2002) I*nvestment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of any Asset*. 2nd. ed. New York: Wiley Frontiers in Finance.

21. Banz, R. (1981) The Relationship between Return and Market Value of Common Stocks. *Journal of Financial Economics*. March. 9. pp. 3–18.

22. Barry, C. et al. (2002) Robustness of Size and Book-to-Market Effects: Evidence from Emerging Equity Markets. *Emerging Markets Review.* 3.

23. Mariscal, J. & Lee, R. (1993) *The Valuation of Mexican Stocks: An Extension of the Capital Asset Pricing Model*. New York: Goldman Sachs.

24. Hamada, R.S. (1969) Portfolio Analysis, Market Equilibrium and Corporation Finance. *Journal of Finance*. May. pp. 13–31.

25. Hamada, R.S. (1972) The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks. *Journal of Finance*. May. pp. 435–452.

26. Estrada, J. (2000) The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Risk Approach. *Emerging Markets Quarterly*. Fall. pp. 19–30.

27. Estrada, J. (2001) The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Risk Approach (II). *Emerging Markets Quarterly*. Spring. pp. 63–72.

28. Estrada, J. (2002) Systematic Risk in Emerging Markets: The D-CAPM. *Emerging Markets Review*. 3 (4). pp. 365–379.

29. Estrada, J. & Serra, A. (2005) Risk and Return in Emerging Markets: Family Matters. *Journal of Multinational Financial Management*. 15 (3). pp. 257–272.

30. Bukhvalov, A.V. & Okulov, V.L. (2006) Capital Asset Pricing Models and Russian Stock Market. Pt. 1. *Nauchnye doklady – Discussion Paper*. 36. pp. 46–52. (In Russian).

31. Bukhvalov, A.V. & Okulov, V.L. (2006) Capital Asset Pricing Models and Russian Stock Market. Part 2. *Nauchnye doklady – Discussion Paper.* 36. pp. 53–61. (In Russian).

32. Teplova, T.V. & Selivanova, N.V. (2007) Empiricheskoe issledovanie primenimosti modeli DCAPM na razvivayushchikhsya rynkakh [An Empirical Study of the Applicability of the DCAPM Model in Emerging Markets]. *Korporativnye finansy – Journal of Corporate Finance Research*. 3. pp. 5–25.

33. Teplova, T. & Shutova, E. (2011) A Higher Moment Downside Framework For Conditional And Unconditional CAPM In The Russian Stock Market. *Eurasian Economic Review*. 1 (2). pp. 157–178.