УДК 330.43

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ С ДИСКРЕТНОЙ ЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ В ПОРТФЕЛЬНОМ АНАЛИЗЕ

Давнис Валерий Владимирович, д-р экон. наук, проф.
Добрина Мария Валерьевна, асп.
Белокопытова Татьяна Николаевна, маг.

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, Россия, 394018; e-mail: vdavnis@mail.ru; nice.smirnova@yandex.ru; belokopytova1995@bk.ru

Цель: обоснование необходимости применения эконометрических моделей с дискретной зависимой переменной для моделирования инвестиционных решений на фондовом рынке. *Обсуждение*: применение Шарпом однофакторных регрессионных моделей в портфельном анализе позволило обновить теорию портфельного инвестирования новыми результатами. Было получено представление о структурировании риска и введено понятие портфельной беты. В настоящее время аппарат эконометрического моделирования пополнился новыми моделями, в которых зависимая переменная является дискретной. Во многих случаях динамику доходности финансовых активов удобно представлять в виде дискретных временных рядов. В силу этого возникает идея применения этих новых моделей в задачах портфельного инвестирования. *Результаты*: рассмотрена возможность применения эконометрической модели бинарного выбора для моделирования доходности рыночного актива. На основе этой модели были получены формулы для расчета доходности и дисперсии актива, которые можно использовать при построении оптимального портфеля ценных бумаг.

Ключевые слова: финансовый актив, оптимальный портфель, доходность актива, дисперсия.

DOI:

Введение

Актуальность разработки новых подходов к формированию эффективного портфеля ценных бумаг вот уже несколько десятилетий не снижается. Есть ряд причин объективного и субъективного характера, поддерживающих эту актуальность и в то же время сдерживающих критическое отношение к современной теории портфельного инвестирования.

Прежде всего необходимо отметить, что несмотря на свою теоретическую значимость и полезность для обоснования практических решений, модель Марковица так и не стала инструментом финансового менеджмента. Пожалуй, это и есть та причина, которая продолжает стимулировать поиск новых подходов к решению абсолютно понятной по смыслу задачи.

Есть ещё один вопрос, решение которого всех устраивает и который не принято критиковать. Он касается введённого Марковицем множества инвестиционных возможностей, которое описывается только двумя характеристиками: доходностью и риском. Оперирование этими двумя характеристиками значительно упрощает процедуры портфельного моделирования, способствует реализации формализованного описания ряда задач, но в то же время вынуждает отказаться от воспроизведения реальной многомерности процессов фондового рынка, от некоторых способов и методов, применение которых значительно расширило бы портфельный анализ.

Ниже в качестве альтернативы оптимизационному подходу Марковица, основанному на детерминированных линейных зависимостях, предлагается использовать вероятностное описание процессов взаимодействия финансовых активов на фондовом рынке. Используемый для этого аппарат регрессионных уравнений с дискретной зависимой переменной значительно расширяет возможности и повышает уровень адекватности моделирования в условиях неопределенности.

Основные этапы развития оптимизационного подхода

Первая модель оптимального портфеля была предложена Марковицем [7, 8, 9]:

$$\mathbf{w}'\mathbf{\Sigma}\mathbf{w} \longrightarrow \min, \tag{1}$$

$$\mathbf{w}'\mathbf{r} = \mu, \tag{2}$$

$$\mathbf{w}'\mathbf{i} = 1, \tag{3}$$

где $\mathbf{\Sigma}$ – матрица ковариационных взаимосвязей активов портфеля; $\mathbf{w}$ – вектор долевого участия активов в портфеле; $\mathbf{i}$ – вспомогательный вектор из единиц.

Развитие современной теории эффективного рынка фактически было начато именно с этой модели. Рекомендации, которые были получены благодаря этой модели, широко используются в практике обоснования инвестиционных решений. Все инвесторы признали необходимость диверсификации рисков и успешно ее осуществляли на практике. Получила убедительное обоснование взаимосвязь доходность–риск, что позволило инвесторам значительно повысить надежность принимаемых решений. В то же время, как отмечалось выше, модель оптимального портфельного инвестирования, несмотря на свою теоретическую значимость и полезность для обоснования практических решений, не стала таким инструментом, как формула Блэка-Шоулза. Поэтому поиски более эффективного варианта этой модели продолжаются [17].

Результаты этих поисков оказывались, к сожалению, только частично эффективными. Но даже в этих случаях почти все полученные результаты стали важными вехами в развитии теории портфельного инвестирования.

Так Тобин [14], предусмотрев в своей модели

$$\mathbf{w}'\mathbf{\Sigma w} \xrightarrow{\quad} \min, \tag{4}$$

$$r_f w_0 + \mathbf{w}'\mathbf{r} = \mu, \tag{5}$$

$$w_0 + \mathbf{w}'\mathbf{i} = 1 \tag{6}$$

включение в портфель безрискового актива, получил результат, названный теоремой отделимости [14].

Следующая модель, которая внесла новые элементы в теорию портфельного инвестирования, это модель, учитывающая через параметр τ отношение инвестора к риску

$$\tau \mathbf{w}'\mathbf{r} - \mathbf{w}'\mathbf{\Sigma w} \xrightarrow{\quad} \min, \tag{7}$$

$$\mathbf{w}'\mathbf{i} = 1. \tag{8}$$

С помощью этой модели был получен результат, предусматривающий формирование портфеля из двух составляющих:

$$\mathbf{w} = \mathbf{w}_{\min} + \tau \mathbf{w}_c. \tag{9}$$

Первая составляющая – это портфель с минимальным риском из всех эффективных портфелей, а второй составляющей является самофинансируемый портфель, предусматривающий покупку одних активов за счёт продажи других с целью получения максимально возможной доходности [18]. Результирующий портфель представляет собой линейную комбинацию этих составляющих, причём доля самофинансируемого портфеля, генерирующего максимальную доходность, регулируется параметром, отражающим не склонность инвестора к риску.

Рассмотренные модели являются основой современной теории портфельного инвестирования. Но применение самих этих моделей в практике портфельного инвестирования не обеспечивает получение надежных результатов, так как, по сути, с их помощью строятся портфели упущенных возможностей. Успешными эти модели могут быть только в том случае, если в будущем повторятся все закономерности прошлого [15]. Вероятность такой ситуации практически нулевая. В то же время в подобной ситуации возникает желание использовать подход, в котором при построении модели фактические значения прошлого заменяются прогнозными оценками будущего. Для этого, прежде всего, нужна модель, адекватно описывающая механизм формирования доходности финансового актива на фондовом рынке. Удобным для этих целей оказался эконометрический вариант модели Линтнера-Шарпа [13]:

$$r_{it} = \alpha_i + \beta_i r_{It} + \varepsilon_{it}, \tag{10}$$

где r_{it} – доходность i-го актива в момент времени t; r_{it} – доходность индекса в момент времени t; α_i, β_i – коэффициенты регрессионного уравнения i-го актива; ε_{it} – случайная составляющая регрессионного уравнения i-го актива.

У. Шарп первым применил эту однофакторную регрессионную модель для моделирования портфельных решений. Его диагональная модель портфельного инвестирования записывается следующим образом

$$\mathbf{w}'_{n+1}\boldsymbol{\Sigma}_d\mathbf{w}_{n+1} \longrightarrow \min, \tag{11}$$

$$\mathbf{w}'_{n+1}\boldsymbol{\alpha} = \mu, \tag{12}$$

$$\mathbf{w}'\mathbf{i} = 1, \tag{13}$$

$$\mathbf{w}'\boldsymbol{\beta} = 1, \tag{14}$$

$\boldsymbol{\Sigma}_d$ – диагональная матрица с элементами остаточных дисперсий $\sigma^2_{\varepsilon_i}$ на диагонали и дисперсий рыночного индекса σ^2_I в конце диагонали; $\boldsymbol{\alpha}$, $\boldsymbol{\beta}$ – векторы коэффициентов регрессионной модели; $\mathbf{w}_{n+1}$ – вектор, первые n компонент которого задают структуру портфеля, а последняя является «портфельной бетой», которая в соответствии с последним ограничением модели определяется как сумма произведений весовых коэффициентов портфеля с бета-коэффициентами финансовых активов, включенных в портфель и может быть записана в виде [16]:

$$w_{n+1} = \sum_{i=1}^{n} w_i\beta_i\,. \tag{15}$$

У. Шарп своей моделью значительно расширил возможности портфельного анализа. Прежде всего понятием «портфельной беты», которая, по сути, позволяет оценить предпочтительность вложений в портфель рыночных активов по сравнению с вложениями в безрисковый актив. Если по аналогии с уравнением Линтнера-Шарпа

$$r_i = r_f + \beta_i(r_I - r_f) \tag{16}$$

записать уравнение для портфеля, то получим выражение:

$$r_p = r_f + \left(\sum_{i=1}^{n} w_i\beta_i\right)(r_I - r_f), \tag{17}$$

из которого следует, что надбавка за риск при инвестициях в портфель пропорциональна «портфельной бете».

Значение «портфельной беты», являясь взвешенной величиной, меньше максимального значения этого параметра, но больше минимального значения. Как правило, «портфельная бета» демонстрирует более высокую стабильность, чем бета любого актива, включённого в портфель. Из этого факта следует, что вложение в портфель предпочтительней вложений в отдельный актив.

Кроме того, риск в модели Шарпа получил структурированное представление. В нём была выделена систематическая составляющая, характеризующая риск рынка, на котором торгуются активы, включенные в портфель, и диверсифицированная составляющая, характеризующая собственный риск активов портфеля [13]. Такое представление риска делает понятными возможности, которые доступны при управлении риском и которые чаще других используются при решении практических задач.

Подводя итог изложенному, можно констатировать, что развитие теории портфельного инвестирования было основано на двух факторах: факторе модификации модельного представления в рамках оптимизационного подхода и факторе информационного описания данных, используемых для построения моделей портфельного инвестирования. Причем, как показала модель У. Шарпа, информационное описание играет не менее важную роль, чем внесение изменений в модель.

Новые подходы к моделированию динамики активов

Отмеченная выше зависимость портфельных инвестиционных решений от информационного описания исходных данных ориентирует на повышение адекватности этого описания. Причем не только для того, чтобы построить более эффективный портфель, но и для расширения возможностей анализа рыночных процессов. Такая необходимость в настоящее время появилась в явном виде. Известно, что одновременно с развитием портфельной теории разрабатывались стратегии инвестиционной деятельности, возможность практической реализации которых в значительной степени зависит от результатов анализа рынка. А возможности анализа, как нетрудно понять из логики наших рассуждений, непосредственно зависят от способов и моделей описания рыночных процессов.

Как известно, в теории портфельного инвестирования используются две модели для описания рыночных процессов. Модель фактически наблюдаемых значений:

$$r_{it} = \bar{r}_i + (r_{it} - \bar{r}_i) \tag{18}$$

и регрессионная модель (10), математическое ожидание которой представимо в виде:

$$\mathrm{E}(r_{it}) = \alpha_i + \beta_i x_{it}\,. \tag{19}$$

На определенном этапе возможности этих моделей устраивали как академическую, так и прикладную науку. Однако все больше и больше накапливалось и продолжается накапливаться вопросов, ответы на которые получить, используя только эти модели, практически нельзя.

К тому же самый мучительный вопрос остается без ответа. Почему такая замечательная теория портфельного инвестирования не имеет полномасштабного применения. Кроме, может быть, нескольких рекомендаций общего характера. Одной из таких рекомендаций, пожалуй, является рекомендация по использованию бета-коэффициентов регрессионной модели (10) при выборе наиболее перспективных для инвестирования активов. Для всех активов эти коэффициенты ежедневно рассчитывают на Нью-йоркской бирже, и инвесторы получают возможность их использования в своей практической деятельности. Этот факт значительно усиливает тезис о необходимости повышения адекватности модельного описания рыночных процессов. Кроме того, успехи практического использования известной формулы Блэка-Шоулза вызывают желание понять причины этого успеха и по возможности, выяснив особенности, применить их в портфельном инвестировании. А особенность, на наш взгляд, заключается в том, что в этой формуле сохранена вероятностная природа рыночных процессов.

Нельзя отрицать того, что в теории портфельного инвестирования с пониманием относятся к тому, что расчёты ведутся в среде случайных процессов. Но при переходе к математическому ожиданию, которое необходимо для корректности в подобных ситуациях, вся неопределенность случайных процессов превращается в застывшие константы, отражающие результаты прошлого и имеющие, как правило, чрезвычайно низкую вероятность повторения в будущем [2]. Логика проведенных рассуждений приводит к однозначному выводу, смысл которого в необходимости рассмотрения новой модели, которая по-другому описывает вероятностную природу финансовых рынков.

Кстати, этому способствует не только необходимость решения проблемы недостаточного уровня адекватности используемых в моделировании рыночных процессов моделей, но и появление нового аппарата эконометрического моделирования. Имеются в виду регрессионные модели с дискретной зависимой переменной, одна из которых, по нашему мнению, могла бы использоваться в модели Кокса-Росса-Рубинштейна [3]. Действуя по аналогии с тем, как У. Шарп выражал зависимость доходности актива от уровня средней доходности на фондовом рынке, запишем нелинейную модель этой зависимости, используя для этого модель бинарного выбора [10].

Обычно в модели бинарного выбора моделируемая переменная принимает два значения 0 и 1. Для наших целей, так как доходность актива может быть и положительной, и отрицательной, необходимо предполагать, что моделируемая переменная также может принимать как отрицательные, так и положительные значения. Таким образом, в самом общем виде закономерность, которой следует динамика доходности актива, можно представить в достаточно простой форме:

$$r_{it} = d_i x_{it}, \tag{20}$$

где x_{it} – случайная величина, принимающая значения в соответствии со следующим правилом

$$x_{it} = \begin{cases} \text{имело значение} +1, \text{если доходность оказалась положительной} \\ \text{имело значение} -1, \text{если доходность оказалась отрицательной.} \end{cases}$$

Так как для использования в расчётах доходности, представленной в виде случайной величины, нужно знать ее математическое ожидание, то для этого, прежде всего, идентифицируем условное распределение x_{it} в виде регрессионного уравнения с дихотомической зависимой переменной, которое в общем случае можно записать в следующем виде:

$$\mathrm{P}(x_{it} = 1 / r_{It}) = \mathrm{F}(b_0 + b_1 r_{It}). \tag{21}$$

В этом соотношении предусматривается расчет с помощью функции F вероятности события $x_{it} = 1$, состоящего в росте доходности i-го актива в момент времени t в зависимости от состояния фондового рынка, описываемого доходностью индекса r_{It} в тот же самый момент времени.

В общем случае функция F должна обладать всеми свойствами функции распределения. Поэтому чаще всего в качестве данной функции используются вероятностные распределения случайных величин. Если, например, используется нормальная вероятностная функция распределения

$$\mathrm{F}(b_0 + b_1 r) = \int_{-\infty}^{b_0+b_1 r} e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \tag{22}$$

то получаемая в этом случае регрессионная зависимость называется пробит-моделью [6]. В тех же случаях, когда для моделирования выбрана логистическая функция:

$$\mathrm{F}(b_0 + b_1 r) = \frac{1}{1 + e^{b_0 + b_1 r}}, \tag{23}$$

построенное уравнение регрессии называют логит-моделью.

Логит-модель значительно удобней пробит-модели при проведении анализа и различного рода аналитических преобразований [12]. Поэтому дальнейшее изложение будет посвящено исследованию возможностей практического использования логит-модели в задачах портфельного инвестирования.

Доходность и риск рыночного актива

Предполагая, что модель бинарного выбора построена и для каждого r_{It} можно вычислить вероятность ожидаемой положительной доходности

$$\mathrm{P}_{it} = \frac{1}{1 + e^{b_0 + b_1 r_{It}}}, \tag{24}$$

запишем математическое ожидание доходности i-го актива:

$$\mathrm{E}(r_{it} / r_{It}) = d_i[\mathrm{P}_{it} - (1 - \mathrm{P}_{it})] = d_i(2\mathrm{P}_{it} - 1). \tag{25}$$

Выражения (24) и (10) дают идентичное объяснение возможного снижения доходности актива. В соответствии с этими моделями снижение доходности актива следует за снижением средней доходности на рынке. Но если в соответствии с (10) так происходит всегда, то из (25) следует только снижение вероятности положительного дохода. Пожалуй, модель (25) точнее отражает рыночную реальность возможных колебаний доходности. Доходность некоторых активов не всегда следует за доходностью рынка. Это известные факты.

Следующее сравнение этих моделей касается их чувствительности к происходящим на рынке изменениям. В модели Шарпа чувствительность характеризует коэффициент бета, который является постоянной величиной, равной первой производной от доходности:

$$[\alpha_i + \beta_i r_I]` = \beta_i. \tag{26}$$

Пропорционально этому коэффициенту происходят изменения доходности соответствующего актива при изменении средней доходности рынка. На него рекомендуют ориентироваться при формировании портфеля, но не всегда предупреждают о том, что высокое значение бета предпочтительно только в тех случаях, когда рынок растет.

Дифференцируя (25), получим представление о чувствительности доходности актива, в закономерности изменения которой учитывается вероятностная природа фондового рынка. Действительно, после дифференцирования получаем выражение:

$$[d_i(2P_{it}-1)]` = 2d_i P_{it}(1-P_{it})b_i\,, \tag{27}$$

в котором присутствует вероятность.

Как и в (26) чувствительность пропорциональна коэффициенту регрессии, но с учетом уровня неопределенности, который описывается плотностью вероятности $P_{it}(1-P_{it})$ логистического закона распределения. Причем чем выше плотность вероятности, тем выше уровень чувствительности. Как нетрудно понять из выражения (27), самый высокий уровень чувствительности достигается при $P_i = 0,5$.

Определим дисперсию в случае, когда доходность рыночного актива определяется выражением (20). Действуя в соответствии с классическим определением дисперсии, выведем формулу ее вычисления, для чего проведем ряд преобразований математического ожидания суммы квадратов отклонений:

$$\sigma_i^2 = E[(d_i x_i - E(d_i x_i))^2] = E[d_i^2(x_i - 2P_i + 1)^2] =$$
$$= E[d_i^2(x_i^2 + 4P_i^2 + 1 - 4P_i x_i + 2x_i - 4P_i)] \quad .$$

Учитывая, что математическое ожидание случайной величины x_i определяется выражением $E(x_i) = 2P_i - 1$, после несложных преобразований получаем:

$$= d_i^2(-4P_i^2 + 4P_i) = 4d_i^2 P_i(1-P_i)\,. \tag{28}$$

Таким образом, в дисперсии доходности, как и в первой производной, присутствует один и тот же механизм отражения вероятностной природы процесса формирования доходности с помощью плотности распределения. Причем своего максимального значения обе характеристики (чувствительность и дисперсия) достигают при $P_i = 0,5$. Это естественный результат, так как, по сути, это точка бифуркации, в которой достигнутый уровень доходности остается неизменным с самым высоким уровнем дисперсии. Кроме того, с высоким уровнем дисперсии, согласно производной (27), хорошо корреспондируется высокий уровень реакции доходности актива в случае изменений, происходящих на рынке.

По сути, если в точке вероятность роста равна вероятности снижения доходности актива, то это явные признаки состояния бифуркации, в котором, как свидетельствует (25), доходность не изменяется, а в соответствии с (28) присутствует самая высокая дисперсия. Кроме того, в этой точке наблюдается самый высокий уровень неопределенности:

$$H_i = -P_i \log_2 P_i - (1-P_i)\log_2(1-P_i)\,, \tag{29}$$

так как вычисляемая по (29) энтропия имеет максимально высокое значение.

Подводя итог изложенному, следует отметить, что предлагаемый подход к описанию рыночных процессов позволяет получить в явном виде дополнительную информацию о характере рыночных процессов, которая, безусловно, полезна для обоснования принимаемых инвестиционных решений.

Заключение

После У. Шарпа, который для решения вопросов портфельного инвестирования предложил использовать эконометрические модели, было не так много исследований, в которых предусматривалось бы дальнейшее развитие направления, ориентированного на модельное представление данных, используемых в обосновании портфельных решений. Пожалуй, самое заметное предложение касалось построения модели Шарпа на основе адаптивных регрессионных уравнений. В то же время эконометрика пополнилась новыми моделями, которые пока не получили прописку в задачах портфельного инвестирования. Приведенные в статье результаты исследования вопросов, связанных с разнообразием подходов к моделированию портфельных решений, подвели к необходимости применения новых эконометрических моделей с дискретной зависимой переменной. Показано, что отражение с помощью этих моделей рыночных процессов более полно отражает стохастическую природу рынка, а, следовательно, их применение должно повысить эффективность инвестиционных решений.

Есть ещё один вопрос, который не принято критиковать. Он касается введённого Марковицем множества инвестиционных возможностей, которое описывается только двумя характеристиками: доходностью и риском. Оперирование этими двумя характеристиками значительно упрощает процедуры портфельного анализа, способствует упрощенной формализации ряда задач, но в то же время вынуждает отказаться от воспроизведения реальной многомерности процессов фондового рынка, от некоторых способов и методов, применение которых значительно расширило бы портфельный анализ.

Список источников

1. Cosslett R.S. Distribution-Free Maximum Likelihood Estimator of the Binary Choice Model // *Econometrica*, 1983, vol. 51, no. 3, pp. 765-782.

2. Cox D.R., Snell E.J. *The Analysis of Binary Data*. London, Chapman and Hall, 1989.

3. Cox J.C., Ross S.A., Rubinstein M. Option Pricing: A Simplified Approach // *Journal of Financial Economics*, 1979, no. 7 (3), pp. 229-263.

4. Endovitsky D.A., Davnis V.V., Korotkikh V.V. Adaptive Trend Decomposition Method in Financial Time Series Analysis // *The Journal of Social Sciences Research*, 2018, no. S3, pp. 104-109.

5. Gerfin M. Parametric and Semi-Parametric Estimation of the Binary Response Model // *Journal of Applied Econometrics*, 1996, no. 11, pp. 321-340.

6. Lung-Fei L. Identification and Estimation in Binary Choice Models with Limited (Censored) Dependent Variables // *Econometrica*, 1979, vol. 47, no. 4, pp. 977-996.

7. Markowitz H.M. *Mean-variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Market.* Oxford; N.Y., Blackwell, 1987.

8. Markowitz H.M. Portfolio Selection // *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77-91.

9. Markowitz H.M. *Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments*. Oxford; N.Y., Blackwell, 1991.

10. McFadden D. *Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*. MIT Press, Cambridge, 1981.

11. Park J.Y., Phillips P.C.B. Nonstationary Binary Choice // *Econometrica*, 2000, vol. 68, no. 5, pp. 1249-1280.

12. Sajaia Z. Maximum Likelihood Estimation of a Bivariate Ordered Probit Model: Implementation and Monte Carlo Simulations // *The Stata Journal,* 2008, vol. 4, no. 2, pp. 1-18.

13. Sharpe W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis // *Management Science,* 1963, vol. 9, no. 2, pp. 277-293.

14. Tobin J. Liquidity Preferences as a Behavior Toward Risk // *Review Economic Studies*, 1958, vol. 25, no. 6, pp. 65-68.

15. Давнис В.В., Добрина М.В. Эконометрический подход к алгоритмическому формированию портфеля ценных бумаг // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2017, no. 12, c. 48-58.

16. Давнис В.В., Зироян М.А., Комарова Е.В., Тинякова В.И. *Прогнозное обоснование инвестиционных решений на финансовых рынках.* Москва, 2015.

17. Давнис В.В., Коротких В.В. *Эконометрические методы в портфельном анализе*. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2018.

18. Давнис В.В., Тинякова В.И. *Модели портфельного инвестирования в финансовые активы*. Воронеж, ЦНТИ, 2010.

19. Добрина М.В. Функции полезности и их применение в моделировании портфельных решений // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2017, no. 8, c. 64-76.

ECONOMETRIC MODELS WITH DISCRETE DEPENDENT VARIABLE IN PORTFOLIO ANALYSIS

Davnis Valery Vladimirovich, Dr. Sc. (Econ.), Full Prof.
Dobrina Maria Valeryevna, graduate student
Belokopytova Tatyana Nikolaevna, master

Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394018, Russia; e-mail: vdavnis@mail.ru; nice.smirnova@yandex.ru, belokopytova1995@bk.ru

Purpose: the authors substantiate the need for the use of econometric models with a discrete dependent variable for modeling investment decisions in the stock market. *Discussion*: Sharpe's use of one-factor regression models in portfolio analysis allowed to update the theory of portfolio investment with new results. The authors created the risk structural idea and introduced the portfolio beta concept. Likewise the authors marked that in new econometric models the dependent variable is discrete. In many cases, it is convenient to represent the dynamics of the financial assets profitability in the discrete time series form. The authors justifies this way the idea of applying these new models in portfolio investment tasks. *Results*: the authors considered the possibility of using the binary choice econometric model for modeling the profitability of a market asset. Also the authors obtained the formulas for calculating the yield and variance of the asset on the basis of this model. The authors offer to use this derived formulas in the optimal portfolio of securities construction.

Keywords: financial asset, the optimal portfolio, the profitability of the asset, variance.

References

1. Cosslett R.S. Distribution-Free Maximum Likelihood Estimator of the Binary Choice Model. *Econometrica*, 1983, vol. 51, no. 3, pp. 765-782.
2. Cox D.R., Snell E.J. *The Analysis of Binary Data*. London, Chapman and Hall, 1989.
3. Cox J.C., Ross S.A., Rubinstein M. Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, 1979, no. 7 (3), pp. 229-263.
4. Endovitsky D.A., Davnis V.V., Korotkikh V.V. Adaptive Trend Decomposition Method in Financial Time Series Analysis. *The Journal of Social Sciences Research*, 2018, no. S3, pp. 104-109.
5. Gerfin M. Parametric and Semi-Parametric Estimation of the Binary Response Model. *Journal of Applied Econometrics*, 1996, no. 11, pp. 321-340.
6. Lung-Fei L. Identification and Estimation in Binary Choice Models with Limited (Censored) Dependent Variables. *Econometrica*, 1979, vol. 47, no. 4, pp. 977-996.
7. Markowitz H.M. *Mean-variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Market.* Oxford; N.Y., Blackwell, 1987.

8. Markowitz H.M. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77-91.

9. Markowitz H.M. *Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments*. Oxford; N.Y., Blackwell, 1991.

10. McFadden D. *Analysis of Discrete Data with Econometric Applications.* MIT Press, Cambridge, 1981.

11. Park J.Y., Phillips P.C.B. Nonstationary Binary Choice. *Econometrica*, 2000, vol. 68, no. 5, pp. 1249-1280.

12. Sajaia Z. Maximum Likelihood Estimation of a Bivariate Ordered Probit Model: Implementation and Monte Carlo Simulations. *The Stata Journal*, 2008, vol. 4, no. 2, pp. 1-18.

13. Sharpe W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Science*, 1963, vol. 9, no. 2, pp. 277-293.

14. Tobin J. Liquidity Preferences as a Behavior Toward Risk. *Review Economic Studies*, 1958, vol. 25, no. 6, pp. 65-68.

15. Davnis V.V., Dobrina M.V. Ekonometricheskiy podhod k algoritmicheskomu formirovaniya portfelya tsennyh bumag [Econometric approach to algorithmic formation of securities portfolio]. *Sovremennaia ekonomika: problemy i resheniia*, 2017, no. 12, pp. 48-58. (In Russ.)

16. Davnis V.V., Ziroyan M.A., Komarova E.V., Tinyakova V.I. *Prognoznoe obosnovanie investitcionnyh reshenii na finansovyh rynkah* [The Forecast substantiation of investment decisions in financial markets]. Moscow, 2015. (In Russ.)

17. Davnis V.V., Korotkikh V.V. *Econometric Methods in Portfolio Analysis.* Voronezh, Voronezh. St. Univ. Publ, 2018. (In Russ.)

18. Davnis V.V., Tiniakova V.I. *Security Portfolio Models.* Voronezh, CSTI, 2010. (In Russ.)

19. Dobrina M.V. Funktsii polezhosti I ih primenenie v modelirovanii portfelnyh resheniy [Utility functions and their application to the portfolio decisions modeling]. *Sovremennaia ekonomika: problemy i resheniia*, 2017, no. 8 (92), pp. 64-76. (In Russ.)