УДК 330.4

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ

Давнис Валерий Владимирович[1], д-р экон. наук, проф.
Тинякова Виктория Ивановна[2], д-р экон. наук, проф.
Червонцева Марина Алексеевна[3], соиск.

[1] Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, Россия, 394018; e:mail: vdavnis@mail.ru

[2] Государственный университет управления, Рязанский пр., 99, Москва, Россия, 109542; e:mail: tviktoria@yandex.ru

[3] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, Белгород, Россия, 308015; e:mail: chervontseva.m@yandex.ru

Цель: показать возможность применения эконометрической модели множественного выбора с дискретной зависимой переменной в портфельном инвестировании для повышения уровня диверсификации. *Обсуждение*: рассматривается возможность исследования рыночного взаимодействия финансовых активов с помощью модели множественного выбора. Для анализа уровня диверсификации используется вероятностная структура возможных вариантов взаимодействия активов. Предлагается на основе вероятностей рассчитывать матрицу парных уровней диверсификации и с ее помощью определять ранги диверсификации активов, включаемых в портфель. На числовом примере показана предпочтительность портфеля, в который включены с большим уровнем диверсификации. *Результаты*: установлено, что предлагаемый способ диверсификации обеспечивает построение портфелей с более устойчивой динамикой доходности к ожидаемым колебаниям риска.

Ключевые слова: портфельное инвестирование, рыночное взаимодействие активов, диверсификация, модель множественного выбора, ранг диверсификации.

DOI: 10.17308/meps.2019.12/1989

Введение

Эффект диверсификации обычно объясняется на примере портфеля ценных бумаг из двух активов [1]. Портфель принято считать диверсифицированным, если величина ковариации между активами, включенными в портфель, отрицательная. В этом случае динамика доходности активов устроена таким образом, что когда один из активов демонстрирует положительную доходность, то в те же самые моменты времени доходность второго актива преимущественно имеет отрицательные значения. Риск такого портфеля, измеряемый дисперсией, меньше суммы дисперсий двух активов. Следовательно, риск диверсифицированного портфеля, как правило, ниже риска не диверсифицированного портфеля. Без сомнения, это полезное свойство, которым желательно наделять портфельные инвестиционные решения. Но, к сожалению, аналогию эффекта диверсификации портфеля из двух активов не удается распространить на портфели с большим числом активов.

В то же время идея минимизации риска без упоминания об эффекте диверсификации, который имел место в портфеле из двух активов, реализуется во всех моделях портфельного инвестирования. Шарп при построении своей диагональной модели портфельного инвестирования сумел обобщить понятие диверсификации, исключив эффект взаимодействия между активами. Используя аппарат регрессионного анализа, он в риске портфеля выделил две составляющих, которые назвал систематическим риском и диверсифицируемым. Систематический риск зависит от состояния рынка и не может быть минимизирован, в то время как диверсифицируемый риск формируется в соответствии со структурой портфеля и поэтому может быть минимизирован путем оптимизации структуры. Фактически риск портфеля представляет собой совокупность рисков активов с соответствующими весовыми коэффициентами. Эффект диверсификации из результата альтернативного взаимодействия в портфельном моделировании трансформировался в результат действия многих.

И все же без учета рыночного взаимодействия активов состав портфеля может оказаться недостаточно разнообразным. Минимизация риска в этом случае, как правило, не позволяет получить портфель с устойчивым уровнем доходности. Динамика доходности такого портфеля представляет собой в некотором смысле аналог динамики доходности отдельного актива. В силу этого предпочтительность портфельного инвестирования в некоторых ситуациях может терять свой смысл. Кроме того, отсутствует показатель, с помощью которого можно было бы оценить уровень диверсификации. Такой показатель вполне пригодился бы при анализе портфельных решений. Ниже предпринимается попытка исследования возможных ответов на поставленные вопросы.

1. Моделирование доходности финансовых активов

В модели Марковица [9] взаимодействие активов отражалось с помощью ковариационной матрицы, по элементам которой легко определялись пары с разнонаправленной динамикой доходности. Но их влияние на минимизацию риска не было исследовано и осталось проблемой с невостребованным решением.

Нужно отметить, что ковариация, являясь практически единственной характеристикой, по которой определяется эффект диверсификации между активами, позволяет в силу усреднения, которое имеет место при ее определении, получать слишком грубую оценку уровня взаимодействия активов на фондовом рынке. А это значит, что случаи кратковременного проявления эффектов диверсификации остаются, как правило, не идентифицированными, хотя их вклад в снижение текущего риска является значимой величиной. Для исследования этой проблемы нужны другие модели, которые позволят отражать эффекты взаимодействия активов на фондовом рынке. В этой связи имеет смысл обратить внимание на модель портфельного инвестирования, которая была предложена Шарпом [10]. Рассмотрим основные моменты отражения эффектов диверсификации в этой модели.

Как известно, в диагональной модели Шарпа, построенной на основе однофакторных регрессионных моделей, механизм рыночного взаимодействия активов с альтернативным результатом возможного воздействия на доходность портфеля не отражается. В силу этого даже в тех случаях, когда в портфеле есть активы, рыночное взаимодействие которых в явном виде может создавать эффекты диверсификации, эти эффекты остаются за рамками модели портфельного инвестирования. В то же время нужно признать, что стабилизация рисков портфеля по преимуществу осуществляется за счет эффектов диверсификации, вне зависимости от их явного или неявного проявления. Поэтому описание механизмов рыночного взаимодействия активов, позволяющее понять природу диверсификации, должно обязательно присутствовать в процедуре построения моделей портфельного инвестирования. Формализованное представление такого описания является тем элементом моделирования, анализ которого обеспечивает получение содержательной интерпретации эффектов диверсификации и возможного их использования в инвестиционных решениях.

К сожалению, традиционный аппарат обоснования портфельных решений [2, 3] не обеспечивает подобного рода анализ, так как в нем не предусмотрено отражение рыночной альтернативности формирования доходности активов. Но в основе диверсификации лежит именно механизм альтернативных ожиданий в рыночном формировании доходности. Поэтому возникает естественная необходимость в создании новых подходов и новых моделей, в которых отражены реальные механизмы рыночного взаимодействия активов. По нашему мнению, адекватное отражение рыночного взаимодействия активов, в котором реализуется механизм альтернативных ожиданий, можно получить на основе использования эконометрических моделей с дискретной зависимой переменной. Но для этого необходимо сформулировать задачу таким образом, чтобы для ее решения требовалось применение аппарата, позволяющего устанавливать взаимосвязь между дискретными и непрерывными показателями.

Прежде всего, заметим, ковариации, дисперсии и корреляции, которые обычно используются в портфельном анализе, для нашей цели не подходят, так как не дают полного представления о возможном взаимодействии активов, включаемых в портфель. Фактически портфель рассматривается как некий аналог финансового актива. Как и финансовый актив он имеет две характеристики: доходность и риск. В то же время остаётся незамеченным и необсуждаемым эффект рыночного взаимодействия финансовых активов, влияние которого на доходность и риск является достаточно значимым. Вполне возможно, что портфельное инвестирование, являясь решением, обеспечивающим диверсификацию риска, является финальным и не требует уточнений. Но в такой точке зрения диверсификацию подменили минимизацией риска, которая достигается при построении оптимального портфеля. Действительно диверсификация способствует снижению риска, но смысловое понимание диверсификации и минимизации риска позволяет понять, что принципы формирования этих эффектов различны.

Во-первых, если риск можно определить для одного актива, то диверсификация для одного актива не определяется. Во-вторых, риск измеряется с помощью среднеквадратического отклонения доходности актива от своего среднего значения. Диверсификация не имеет измерителя. Она определяется на качественном уровне. Например, два актива считаются диверсифицированными, если между их доходностями наблюдается отрицательная корреляция. Если корреляция положительная, то о диверсификация не говорят. В этом случае взаимодействие активов не снижает, а увеличивает риск соответствующего портфеля.

Определить уровень диверсификации портфеля, моделируемого с помощью классического подхода, практически невозможно, в то время как его риск определяется без проблем. Следуя идеи применения регрессионных моделей в портфельном анализе, которая была реализована Шарпом при построении модели портфельного инвестирования, рассмотрим возможность применения для этой цели регрессионных моделей с дискретной зависимой переменной.

Регрессионные модели с дискретной зависимой переменной – это новый класс моделей, разработанный Макфадденом, и в настоящее время внедряемый в практику моделирования сложных экономических процессов [7, 8, 11, 12]. Наибольшее распространение получили три вида этих моделей: модели бинарного выбора (пробит- и логит-), модели множественного выбора, модели множественного выбора в ранговых шкалах. Предлагаемый подход будет основан на применении этих моделей для построения и анализа моделей портфельного инвестирования.

Изложение начнём с построения модели, описывающее механизм формирования доходности рыночного актива. Будем полагать, что динамика формирования доходности представима выражением:

$$r_{it} = \bar{r}_i + \sigma_i x_{it},\ i = \overline{1,n},\ t = \overline{1,T}, \tag{1}$$

в котором r_{it} – доходность i-го актива в момент времени t; $\bar{r}_i$ – величина средней доходности *i*-го актива; σ_i – среднеквадратическое отклонение от среднего *i*-го актива; x_{it} – дискретная случайная величина, значения которой определяются в соответствии с выражением $x_{it} = \left\{\begin{matrix} 1, & r_{it} \geq \bar{r}_i \\ -1, & r_{it} < \bar{r}_i \end{matrix}\right\}$.

По замыслу предусмотренный в модели (1) механизм случайным образом, в зависимости от колебаний рынка, с помощью переменной x_{it}, формирует текущее значение доходности финансового актива. Уровень доходности, а, следовательно, и значение дискретной переменной зависят от ситуации на фондовом рынке. Описание этой ситуации можно получить с помощью биржевого индекса, характеризующего текущий средний уровень доходности рынка. Таким образом, можно считать, что значения дискретной переменной x_{it} зависит от соответствующих значений индекса. Естественно, зависимость эта является специфической. Поэтому для её воспроизведения следует использовать модель бинарного выбора, о которой упоминалось выше. Более удобной в расчетах является логит-модель, которая записывается следующим образом:

$$P\left(x_{it} = \frac{1}{r_{It}}\right) = \frac{1}{1 + e^{b_{i0} + b_{i1} r_{It}}}. \quad (2)$$

С помощью (2) для любого момента времени можно рассчитать вероятность случайной величины x_{it} и, следовательно, определить математическое ожидание доходности актива

$$E(r_{it}) = (\bar{r}_i + \sigma_i(1 \cdot P_{it} + (-1) \cdot (1 - P_{it})) = \bar{r}_i + \sigma_i(2P_{it} - 1). \quad (3)$$

Таким образом, текущий уровень доходности финансового актива зависит от вероятности получения доходности выше средней, а вероятность, в свою очередь, определяется помощью рыночного индекса. В модели Шарпа

$$E(r_{it}) = \alpha_i + \beta_i r_{It} \quad (4)$$

доходность актива тоже зависела от рыночного индекса. Но механизмы формирования доходности разные. Чтобы это понять и проанализировать, сравним между собой предельные влияния индекса, определяемые в соответствии с закономерностями (3) и (4), которые описывают процесс формирования доходности. Сначала продифференцируем выражение (4). Получаем известный в регрессионном анализе результат:

$$\frac{E(r_i)}{\partial r_I} = \beta_{i'} \quad (5)$$

в соответствии с которым при увеличении средней доходности рынка, доходность актива изменяется пропорционально β_i. Эта интерпретация позволяет использовать данный коэффициент в практике обоснования инвестиционных решений. Результат понятен и не вызывает сомнений по поводу возможностей его практического использования, но в методике анализа, ориентированной на этот коэффициент, не учитывается случайный характер рыночных процессов.

Дифференцируя выражение (3), получаем:

$$\frac{\partial E(r_i)}{\partial r_I} = 2\sigma_i P_i\left(1 - P_i\right) b_{1i}\,. \qquad (6)$$

Таким образом, предельное влияние не является постоянной величиной, а зависит от плотности вероятности того, что доходность актива выше среднего значения. Причем при $P_i(r_i = 1/r_I) = 0{,}5$ предельная величина влияния индекса (средней доходности рынка) на доходность актива достигает своего максимального значения.

При любом изменении средней доходности рынка предельная величина изменяется, но рост или снижение этой величины зависит от расположения текущего значения индекса. Если оно левее точки, в которой $P_i = 0{,}5$, то за увеличением индекса следует увеличение предельного влияния, а если правее, то увеличение индекса приводит к снижению предельного влияния.

Из характеристики механизмов предельного влияния следует, что предлагаемый вариант модели, описывающей формирование доходности финансового актива, более полно отражает особенности рыночных процессов и поэтому является более предпочтительным инструментом для обоснования инвестиционных решений.

2. Моделирование рыночного взаимодействия активов

Вместе с применением моделей с дискретной зависимой переменной для моделирования доходности финансовых активов нас интересует вопрос применения этого же аппарата для моделирования процессов рыночного взаимодействия активов. В классических моделях портфельного инвестирования рыночное взаимодействие воспроизводится с помощью ковариационных коэффициентов. Включение в портфель активов с отрицательной ковариацией приводит к снижению риска.

Безошибочно определяя пару диверсифицированных активов, ковариация теряет эту возможность при формировании портфеля из множества активов. В принципе формирования оптимального портфеля, ориентированного на минимизацию риска, хотя и используется ковариационная структура активов, но селекция по диверсификации не осуществляется. Вполне возможно, что портфель с минимальным риском является наиболее дифференцированным. Но при формировании портфеля с минимальным риском такая цель не ставится, а кроме того, отсутствуют критерии, с помощью которых можно было бы определить уровень диверсификации портфеля. Гораздо проще поставить знак равенства между портфелем с минимальным риском и портфелем оптимально диверсифицированным.

Но в этом знаке равенства есть явное противоречие. Риск определяется для каждого актива, а для определения диверсификации нужно как минимум два актива. Риск – это рыночное поведение актива, в то время как диверсификация – это результат рыночного взаимодействия активов. Отразить все варианты возможного взаимодействия двух активов с помощью ковариации не удается. Поэтому проведем исследование возможности моделирования портфельных решений, в которых учтено рыночное взаимодействие активов. Для этого сначала рассмотрим варианты возможного рыночного взаимодействия финансовых активов. Возможные варианты взаимодействия приведены в таблице.

Таблица

Варианты рыночного взаимодействия активов

Значения x_i	Отклонения r_i	Значения x_k	Отклонения r_k	Взаимод. x_i+x_k	Вероятности $\sigma_i x_i + \sigma_k x_k$
+1	+σ	+1	+σ	$\sigma_i + \sigma_k$	P_1
+1	+σ	-1	-σ	$\sigma_i - \sigma_k$	P_2
-1	-σ	+1	+σ	$-\sigma_i + \sigma_k$	P_3
-1	-σ	-1	-σ	$-\sigma_i - \sigma_k$	1-P_1 - P_2 - P_3

Из таблицы следует, что вариантов реального рыночного взаимодействия финансовых активов больше тех двух вариантов, которые отражает ковариация. Следовательно, описание ситуаций, в которых может наблюдаться эффект диверсификации, выглядит более полным. Вероятности, необходимые для расчёта ожидаемого эффекта взаимодействия определяются с помощью мультиномиальной логит-модели множественного выбора [3, 4, 6]. Модель представляет собой отдельные выражения для расчета вероятности каждого ожидаемого варианта. Для четырёх вариантов, рассматриваемых в нашем случае, модель записывается в виде следующих выражений:

$$P(y_t = j/r_{It}) = \frac{exp(b_{0j}+b_{1j}r_{It})}{1+\sum_{j=1}^{3} exp(b_{0j}+b_{1j}r_{It})} \qquad t = \overline{1,T}, \quad j = \overline{1,3}\,, \quad (7)$$

$$P(y_t = 4/r_{It}) = \frac{1}{1+\sum_{j=1}^{3} exp(b_{0j}+b_{1j}r_{It})}. \quad (8)$$

Коэффициенты этих моделей оцениваются с помощью метода максимального правдоподобия, который реализован во многих пакетах, предусматривающих статистическую обработку числовых данных. С помощью (7) и (8) рассчитываются вероятности и определяется математическое ожидание взаимодействия

$$d_{ik}^t = P_1^t(\sigma_i+\sigma_k) + P_2^t(\sigma_i - \sigma_k) + P_3^t(-\sigma_i+\sigma_k) + (1 - P_1^t - P_2^t - P_3^t)(-\sigma_i - \sigma_k). \quad (9)$$

В математическом ожидании возможных вариантов рыночного взаимодействия можно выделить ту часть, которая представляет собой эффект диверсификации

$$dd_{ik}^t = P_2^t(\sigma_i - \sigma_k) + P_3^t(-\sigma_i + \sigma_k). \quad (10)$$

Из (10) следует, что этот эффект может иметь положительное значение, отрицательное и нулевое. Доля, которую эффект диверсификации вкладывает в рыночное взаимодействие активов, определяется суммой вероятностей

$$Pd_{ik}^t = P_2^t + P_3^t. \quad (11)$$

Эту сумму вероятностей можно принять за измеритель уровня диверсификации в результате рыночного взаимодействия, определяемого в соответствии с выражением (9). Для каждой пары финансовых активов можно определить коэффициент диверсификации

$$Cd_{ik}^t = (P_2^t + P_3^t) - (P_1^t + 1 - P_1^t - P_2^t - P_3^t) =$$

$$= 2(P_2^t + P_3^t) - 1\ . \qquad (12)$$

Если коэффициент диверсификации положительный, то в рыночном взаимодействии активов преобладает эффект диверсификации, что способствует снижению риска, если отрицательный, то взаимодействие способствует росту риска.

Уровень диверсификации Pd_{ik}^t – положительная величина, поэтому с его помощью можно осуществить ранжирование всех активов по уровню их диверсификации с целью отбора наиболее предпочтительных для включения в портфель. Предпочтительность можно определять на основе известной методики парных сравнений [4]. Для этого формируется квадратная матрица из уровней парной диверсификации финансовых активов:

$$\boldsymbol{P}d^t = \begin{pmatrix} 0 & Pd_{12}^t & \cdots & Pd_{1n}^t \\ Pd_{21}^t & 0 & \cdots & Pd_{2n}^t \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ Pd_{n1}^t & Pd_{n2}^t & \cdots & 0 \end{pmatrix}. \qquad (13)$$

Компоненты собственного вектора этой матрицы $\boldsymbol{v}_t = (v_1^t,\ v_2^t,\ \cdots\ ,\ v_n^t)$ можно интерпретировать как весовые коэффициенты, позволяющие ранжировать финансовые активы по уровню их диверсификации, который они имеют в текущий момент времени.

Усредненный вариант парного уровня диверсификации активов на всем рассматриваемом промежутке времени можно получить, если вычислить отвечающий максимальному собственному значению собственный вектор матрицы $\boldsymbol{V'V}$, сформированной из текущих собственных векторов матриц $\boldsymbol{P}d^t$.

Матрица парных уровней диверсификации для активов (Газпром, Сбербанк, Лукойл, Норильский никель, НОВАТЭК, Магнит, Роснефть, Татнефть)

$$\boldsymbol{P}d^t = \begin{pmatrix} 0{,}000 & 0{,}562 & 0{,}289 & 0{,}631 & 0{,}418 & 0{,}457 & 0{,}418 & 0{,}267 \\ 0{,}562 & 0{,}000 & 0{,}579 & 0{,}481 & 0{,}360 & 0{,}587 & 0{,}445 & 0{,}658 \\ 0{,}289 & 0{,}579 & 0{,}000 & 0{,}679 & 0{,}348 & 0{,}488 & 0{,}382 & 0{,}242 \\ 0{,}631 & 0{,}481 & 0{,}679 & 0{,}000 & 0{,}342 & 0{,}459 & 0{,}456 & 0{,}663 \\ 0{,}418 & 0{,}360 & 0{,}348 & 0{,}342 & 0{,}000 & 0{,}538 & 0{,}481 & 0{,}345 \\ 0{,}457 & 0{,}587 & 0{,}488 & 0{,}459 & 0{,}538 & 0{,}000 & 0{,}295 & 0{,}346 \\ 0{,}418 & 0{,}445 & 0{,}382 & 0{,}456 & 0{,}481 & 0{,}295 & 0{,}000 & 0{,}390 \\ 0{,}267 & 0{,}658 & 0{,}242 & 0{,}663 & 0{,}345 & 0{,}346 & 0{,}390 & 0{,}000 \end{pmatrix}.$$

Построение матрицы парных уровней диверсификации достаточно трудоемкая задача. Формирование приведенной выше матрицы потребовало построения 28 моделей (9), с помощью которых были получены числовые значения соответствующих элементов.

Применение итерационной процедуры позволяет рассчитать компоненты собственного вектора этой матрицы, которые принимаются за весовые коэффициенты диверсификации. В результате был получен следующий вектор весовых коэффициентов:

$$\boldsymbol{v} = (0{,}1224 \quad 0{,}1419 \quad 0.1218 \quad 0{,}1431 \quad 0{,}1122 \quad 0{,}1256 \quad 0{,}1143 \quad 0{,}1186).$$

В соответствии с логикой наших рассуждений чем больше весовой коэффициент, тем выше уровень соответствующей диверсификации. Проведем расчеты по формированию портфелей ценных бумаг, ориентируясь на эту логику.

Основная идея этого вычислительного эксперимента в том, чтобы показать, что введенный критерий диверсификации связан с риском портфеля. Для этого построим два портфеля по следующему правилу. В первый портфель включим все активы из рассматриваемого множества без 5-го и 7-го (НОВАТЭК и Роснефть), т.е. не будем в портфель включать те активы, которые имеют минимальные значения уровня диверсификации. Логика построения второго портфеля противоположная. В соответствии с этой логикой из состава портфеля исключим 2-й и 4-й (Сбербанк, Норильский никель) активы, уровень диверсификации которых самый высокий.

Если по уровню риска сравнить между собой построенные таким образом портфели, то в соответствии с нашей точкой зрения риск первого портфеля должен быть меньше риска второго портфеля. Но чтобы такое сравнение было корректным, необходимо доходность активов привести к стандартизованному виду, в котором все активы имеют нулевое математическое ожидание и единичную дисперсию. По сути, для преобразования доходности использовать известную процедуру регрессионного анализа. В результате получаются следующие портфельные решения:

$$\boldsymbol{v_1} = (-1{,}295 \quad -1{,}276 \quad 2{,}024 \quad 1{,}424 \quad -0{,}326 \quad 0{,}450)$$

$$\boldsymbol{v_2} = (-2{,}471 \quad 1{,}799 \quad 0{,}733 \quad -1{,}232 \quad 0{,}952 \quad 1{,}219).$$

Заключение

Портфельные решения считаются тем инструментом, с помощью которого решается проблемы диверсификации инвестиционных вложений. Механизм диверсификации обычно иллюстрируется на примере портфеля из двух активов. В случае отрицательной корреляции между активами риск такого портфеля ниже суммарного риска активов. Перенести это свойство в силу его специфичности на портфели с любым составом активов не удаётся. Скорее всего, по этой причине принято считать, что в портфельных решениях проблема диверсификации решается автоматически.

В последнее время в эконометрике появился инструмент, который позволяет анализировать детали структуры взаимодействия активов на финансовом рынке. Этим инструментом являются модели множественного выбора с дискретной зависимой переменной. Это тот пласт знаний, который в задаче портфельного инвестирования не рассматривался. Но его развитие вполне может стать основой для развития нового подхода к оптимизации портфельных решений.

В статье рассмотрены возможности использования этих моделей для усиления эффекта диверсификации. На числовом примере показано, что предлагаемый подход полезен при решении практических задач, но, к сожалению, его реализация требует проведения большого количества дополнительных расчетов. Поэтому возникает естественная проблема разработки специального программного обеспечения, с помощью которого можно будет рассчитывать коэффициенты диверсификации для информирования инвесторов, по аналогии с известными бета-коэффициентами.

Список источников

1. Буренин А.Н. *Управление портфелем ценных бумаг*. Москва, НТО Вавилова С.И., 2008.
2. Воронцовский А.В. *Инвестиции и финансирование: методы оценки и обоснования*. Санкт-Петербург, Изд-во С.-Петербург. гос. ун-та, 2003.
3. Давнис В.В., Зироян М.А., Комарова Е.В., Тинякова В.И. *Прогнозное обоснование инвестиционных решений на финансовых рынках*: монография. Москва, Русайнс, 2015.
4. Давнис В.В., Тинякова В.И. *Прогнозные модели экспертных предпочтений*: монография. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005.
5. Давнис В.В., Хлебникова Е.А. Портфель ценных бумаг с оптимальной предикторной структурой // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. Санкт-Петербург, 2006, no. 6-3(48), с. 154-158.
6. Тинякова В.И. *Модели адаптивно-рационального прогнозирования экономических процессов*: монография. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2008.
7. Davnis V.V., Ziroyan M.A., Vladika M.V., Kamyshanchenko E.N., Tinyakova V.I. *Situational Model of Investment Portfolio. International Business Management*, 2015, Vol. 9: 948-954.
8. Davnis V.V., Tinyakova V.I., Fetisov V.A., Chervontseva M.A., Oparina S.I. Double-level indication of globalization effects in portfolio investment models // *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Vol. 8, Iss. 3 (Special Issue), October 2019, pp. 254-260.
9. Markowitz H.M. Portfolio Selection // *Journal of Finance*, 1952, Vol. 7, no. 1, pp. 77-91.
10. Sharpe W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis // *Management Science*, 1963, Vol. 9, no. 2, pp. 277-293.
11. Tinyakova V.I., Davnis V.V., Miroshnikov E.V., Chervontseva M.A., Proskurina I.Y. Formation of the investment portfolio on the basis of adaptive-discrete model, considering globalization effects // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol. 8, Iss. 6, Special Issue 2, August 2019, pp. 1107-1111.
12. Tinyakova V.I., Maloletko A.N., Kaurova O.V., Vinogradova M.V., Larionova A.A. Model of evaluation of influence of globalization on the national stock market // *Contributions to Economics*, 2017, pp. 261-272.

DIVERSIFICATION OF INVESTMENT DECISIONS ON THE STOCK MARKET: MODELING AND ANALYSIS

Davnis Valery Vladimirovich[1], Dr. Sc. (Econ.), Full Prof.
Tinyakova Victoria Ivanovna[2], Dr. Sc. (Econ.), Full Prof.
Chervontseva Marina Alekseevna[3], graduate student

[1] Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, Russia, 394018; e:mail: vdavnis@mail.ru

[2] State University of Management, Ryazansky pr., 99, Moscow, Russia, 109542; e:mail: tviktoria@yandex.ru

[3] Belgorod State National Research University, ul. Victory, 85, Belgorod, Russia, 308015; e:mail: chervontseva.m@yandex.ru

Purpose: the authors show the possibility of applying the econometric multiple choice model with a discrete dependent variable in portfolio investment to increase the level of diversification. *Discussion*: the authors consider the possibility of studying the market interaction of financial assets using a multiple choice model. The authors offer to use the probabilistic structure of possible options for the assets interaction for analyze the level of diversification. The writers suggest to calculate the paired levels of diversification matrix on the basis of probabilities and with its help determine the ranks of assets diversification included in the portfolio. A numerical example shows the preference of the portfolio, which includes a high level of diversification. *Results*: the authors found that the proposed method of diversification provides the construction of portfolios with more stable dynamics of profitability to expected risk fluctuations.

Keywords: portfolio investment, market interaction of assets, diversification, multiple choice model, diversification rank.

References

1. Burenin A.N. *Upravlenie portfelem tsennykh bumag* [Portfolio management]. Moscow, NTO Vavilova S.I., 2008. (In Russ.)

2. Vorontsovskiy A.V. *Investitsii i finansirovanie: metody otsenki i obosnovaniya* [Investment and financing: methods of assessment and justification]. Saint-Petersburg, Izd-vo S.-Peterburg. gos. un-ta, 2003. (In Russ.)

3. Davnis V.V., Ziroyan M.A., Komarova E.V., Tinyakova V.I. *Prognoznoe obosnovanie investitsionnykh resheniy na finansovykh rynkakh* [Predictive justification of investment decisions in financial markets]: monografiya. Moscow, Rusajns, 2015. (In Russ.)

4. Davnis V.V., Tinyakova V.I. *Prognoznye modeli ekspertnykh predpochteniy* [Predictive models of the expert preferences]: monografiya. Voronezh, Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2005. (In Russ.)

5. Davnis V.V., Khlebnikova E.A. Portfely tsennykh bumag s optimalynoy prediktornoy strukturoy [Portfolio of securities with optimal predictor structure]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU*. Saint-

Petersburg, 2006, no. 6-3(48), pp. 154-158. (In Russ.)

6. Tinyakova V.I. *Modeli adaptivno-ratsionalynogo prognozirovaniya ekonomicheskikh protsessov* [Adaptive-rational forecasting models of economic processes]: monografiya. Voronezh, Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2008. (In Russ.)

7. Davnis V.V., Ziroyan M.A., Vladika M.V., Kamyshanchenko E.N., Tinyakova V.I. *A Situational Model of Investment Portfolio. International Business Management*, 2015, Vol. 9: 948-954.

8. Davnis V.V., Tinyakova V.I., Fetisov V.A., Chervontseva M.A., Oparina S.I. Double-level indication of globalization effects in portfolio investment models. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Vol. 8, Iss. 3 (Special Issue), October 2019, pp. 254-260.

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

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

11. Tinyakova V.I., Davnis V.V., Miroshnikov E.V., Chervontseva M.A., Proskurina I.Y. Formation of the investment portfolio on the basis of adaptive-discrete model, considering globalization effects. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol. 8, Iss. 6, Special Issue 2, August 2019, pp. 1107-1111.

12. Tinyakova V.I., Maloletko A.N., Kaurova O.V., Vinogradova M.V., Larionova A.A. Model of evaluation of influence of globalization on the national stock market.*Contributions to Economics*, 2017, pp. 261-272.