

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 2, Number 354 (2015), 250 – 256

## MAKING INVESTMENT DECISIONS BASED ON ECONOMETRIC ANALYSIS IN THE CONDITIONS OF KAZAKHSTAN STOCK MARKET

M. V. Grishko, A. N. Murzakhmetov

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gmv\_87@mail.ru, a.murzakhmetov@mail.ru

**Key words:** securities, financial risk, stock market, portfolio, investor, risk assessment.

**Abstract.** Securities as a marketable product must meet certain requirements and properties that determine their quality, attractive to investors. For private investors, the choice of securities is often intractable problem. Therefore, the investor must have the tools to make it reasonable to buy or sell shares.

The purpose of the paper is research of possibility of decision-making systems creation for securities market, and also an estimation of its economic efficiency on the stock market of Kazakhstan.

УДК 51-37; 338.001.36; 336.76

## ПРИНЯТИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА

М. В. Гришко, А. Н. Мурзахметов

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** ценные бумаги, финансовый риск, фондовый рынок, формирования портфеля, инвестор, оценки риска.

**Аннотация.** Ценные бумаги как рыночный продукт должны удовлетворять определенным свойствам и требованиям, что определяет их качество, привлекательность для инвестора. Для частных инвесторов выбор ценных бумаг часто представляет трудноразрешимую задачу. Поэтому инвестор должен располагать инструментами, позволяющими ему обоснованно совершать покупку или продажу акций.

Целью данной работы является изучение возможности создания систем принятия решений применительно к рынку ценных бумаг, а также оценка ее экономической эффективности на фондовом рынке Казахстана.

**Основные понятия при моделировании риска.** Основная задача формирования портфеля ценных бумаг – распределение инвестором определенной суммы средств по различным альтернативным вложениям (например, среди акций, облигаций, других финансовых инструментов) для наилучшего достижения поставленных целей. В первую очередь инвестор стремится к получению максимального дохода за счет выигрыша от благоприятного изменения курса акций, получения стабильных дивидендов, твердых процентов и т. д. В то же время вложение капитала связано не только с ожиданием дохода, но и с возможностью потерь. Поэтому в оптимизационных задачах по выбору портфеля ценных бумаг необходимо учитывать риск [1].

*Финансовый риск* – это возможность или вероятность того, что фактически полученный результат отличается от ожидаемого, планируемого или нормативного. Ожидание потерь или выгоды, соизмерение возможности их появления составляют основу стратегии инвестора.

Будем рассматривать идеальный рынок, где выполняются следующие условия. Предполагается, что все ценные бумаги абсолютно ликвидны и бесконечно делимы. Это означает, что в любой момент времени можно купить или продать любое количество каких угодно ценных бумаг и даже сколь угодно малую долю любой ценной бумаги. Цена покупки совпадает с ценой продажи. Расходы на покрытие транзакционных издержек и уплату налогов в расчет не принимаются [2].

**Простейшие оценки риска.** Будем следовать подходу к моделированию риска, который был предложен Г. Марковицем [8]. Различные исходы, которые могут возникнуть после принятия решения, можно сравнивать между собой по размерам приобретений или потерь. Но эти размеры приобретений или потерь должны быть увязаны с вероятностями соответствующих исходов. Для того чтобы сделать это, необходимо использовать математический аппарат теории вероятностей.

Пусть на рынке существует  $n$  видов ценных бумаг, доходность  $R_j$  каждой ценной бумаги будем считать случайной величиной, с известными математическими ожиданиями  $E_j = E(R_j)$  и дисперсиями  $D_j = D(R_j)$ .

Доходность портфеля ценных бумаг, определяемого набором чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , находится как:

$$R = \sum_{j=1}^n x_j R_j, \quad (1)$$

а математическое ожидание и дисперсия доходности  $R$  имеют вид:

$$E(R) = \sum_{j=1}^n x_j E(R_j), \quad (2)$$

$$\sqrt{D(R)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{Cov}(R_i, R_j). \quad (3)$$

Математическое ожидание и стандартное отклонение доходности  $R$  обозначается как  $E = E(R)$ ,  $\sigma = \sqrt{D(R)}$ . Число  $E$  называется **ожидаемой доходностью** портфеля. **Риском** для портфеля называется стандартное отклонение  $\sigma$ . Иногда моделью риска считается не стандартное отклонение  $\sigma$ , а дисперсию  $\sigma^2$ .

Упрощенная оценка для  $\sigma^2$  приведена в [9] и выражается формулой:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(R_i - E_j)^2}{n}. \quad (4)$$

Чтобы определить ожидаемую доходность портфеля  $E$  и риск  $\sigma$ , надо знать ожидаемые доходности всех ценных бумаг  $E(R_j)$  и ковариации доходностей  $\text{Cov}(R_i, R_j)$ . Как лучше на практике найти ожидаемые доходности и ковариации доходностей различных ценных бумаг – это достаточно сложный вопрос.

За упрощенные оценки  $E(R_j)$ ,  $\text{Cov}(R_i, R_j)$  можно принять следующие величины:

$$E(R_j) = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L R_j^{(l)}, \quad (5)$$

$$\text{Cov}(R_i, R_j) = \frac{1}{L-1} \sum_{l=1}^L (R_i^{(l)} - E(R_i))(R_j^{(l)} - E(R_j)). \quad (6)$$

**Эффективный фронт. Эффективные портфели по Марковицу.** Рассмотрим множество тех точек  $B$  на плоскости  $(\sigma, E)$ , координаты которых являются стандартным отклонением и математическим ожиданием доходности портфеля, определяемого каким-нибудь набором чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , таким что

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$$

Обозначим множество всех таких точек через  $Q$ . Определим подмножество  $Q_0$  множества  $Q$ . Точка  $B_0$  с координатами  $(\sigma_0, E_0)$ , принадлежащая множеству  $Q$ , входит в подмножество  $Q_0$ , если она обладает следующими двумя свойствами:

1. Для любой другой точки  $B$ , принадлежащей множеству  $Q$  и имеющей координаты  $(\sigma, E_0)$ , выполняется условие  $\sigma > \sigma_0$ .
2. Для любой другой точки  $B$ , принадлежащей множеству  $Q$  и имеющей координаты  $(\sigma_0, E)$ , выполняется условие  $E < E_0$ .

Подмножество  $Q_0$  называется эффективным фронтом. Портфель, определяемый набором чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$  называется эффективным [1], если соответствующая ему точка  $B$  принадлежит эффективному фронту  $Q_0$ . На рис. 1 сплошной линией изображен эффективный фронт, а точками, портфели, соответствующие нескольким другим наборам  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Пусть  $\lambda \geq 0$  – некоторое число. Рассмотрим на плоскости  $(V, E)$  прямые  $-\lambda E + V = a$ , отвечающие различным  $a$  (рисунок 1). При каком-то  $a$  происходит соприкосновение,  $B$  – это точка соприкосновения данной прямой с эффективным фронтом.

Таким образом, надо найти значение выражения:

$$-\lambda \sum_{j=1}^n x_j E_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j C_{ij} \rightarrow \min. \quad (7)$$

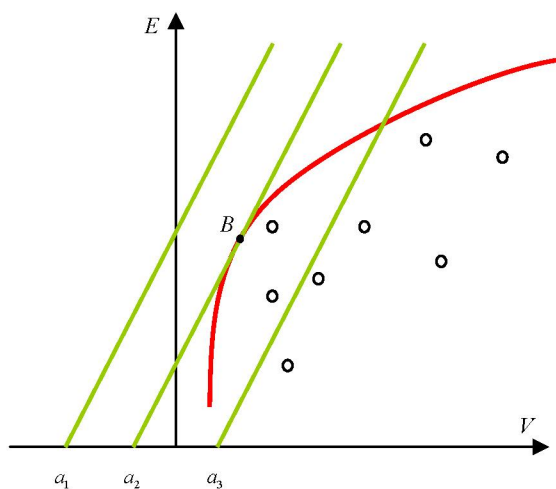


Рисунок 1 – Эффективный фронт и семейство прямых  $-\lambda E + V = a$

Инвестора интересует не столько само минимальное значение  $a$ , при котором прямая  $-\lambda E + V = a$  и эффективный фронт имеют общую точку, сколько тот набор чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , при котором это минимальное значение достигается.

Обозначим этот набор  $x(\lambda) = (x_1(\lambda), x_2(\lambda), \dots, x_n(\lambda))$ . При изменении  $\lambda$  от 0 до  $+\infty$  точка соприкосновения описывает весь эффективный фронт (рисунок 1).

При  $\lambda = 0$  набор чисел  $x(\lambda)$  определяет эффективный портфель с минимальным возможным риском. При увеличении  $\lambda$  для эффективного портфеля, определяемого набором чисел  $x(\lambda)$ , увеличивается и математическое ожидание доходности  $E$ , и дисперсия доходности  $V$ . При  $\lambda \rightarrow \infty$

набор чисел  $x(\lambda)$  определяет эффективный портфель с максимально возможной ожидаемой доходностью.

**Трендовые модели на основе кривых роста.** Следует отметить, что нахождение оптимального портфеля в модели Марковица дает значительную свободу в выборе методов нахождения оценок доходности и риска. Оценки, рассмотренные выше, являются простейшими и дают лишь приближенную картину изменений, происходящих на рынке. В качестве более точных инструментов целесообразно применить эконометрические трендовые модели, позволяющие спрогнозировать будущее значение цены и доверительный интервал. При таком подходе оценка доходности для  $j$ -й ценной бумаги в текущий период  $l$  будет выглядеть следующим образом:

$$E(R_j) = R_j^{(l+1)} - R_j^{(l)}, \quad (8)$$

Оценкой же для рисков будет дисперсия отклонений прогнозных значений от фактических за  $n$  предыдущих периодов:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(R_i - E(R_i))^2}{n}, \quad (9)$$

где  $R_i$  – фактическая цена акции;  $E(R_i)$  – прогнозное значение цены акции [3].

**Программная реализация продукта для принятия инвестиционных решений.** В качестве основной модели для формирования портфеля ЦБ была выбрана модель Марковица. Выбор модели Марковица определяется тем, что данная модель позволяет дать точные количественные оценки как для доходности и риска ценной бумаги, так и для уровня риска, на который готов пойти инвестор [4].

Проект (название Eсonom) разработан в среде Borland C++ Builder 6.0 с использованием современной методологической базы и технологий. В качестве статистических данных были использованы материалы, размещенные на сайте Казахстанской фондовой биржи ([www.kase.kz](http://www.kase.kz)).

Объектно-ориентированная архитектура программы позволяет наращивать функциональность программы в ходе дальнейших реализаций, что даст возможность инвестору формировать инвестиционные портфели с помощью различных методов, и выбирать оптимальный.

Приложение имеет MDI-интерфейс и строгую классовую структуру как для хранения данных, полученных из БД, так и для всех операций над ними.

Построенное приложение состоит из 10 визуальных модулей и 9 программных библиотек.

**Получение оценок рисков ценных бумаг.** Программный комплекс Eсonom позволяет производить оценку рисков на основании величины дисперсии исходного временного ряда для прогнозного периода от 1 до 4-х недель. В рамках программы пользователю предлагается возможность выбора из 3-х вариантов оценки:

1. «простая дисперсия»,
2. «интервальная дисперсия»,
3. «рыночная модель».

Первые два метода основываются на ф-ле (4). Длина ряда, используемого при вычислении, выбирается в зависимости от глубины прогноза из расчета 10 недель статистических данных на 1 неделю прогноза. Основное отличие второго метода от первого состоит в том, что исходный временной ряд предварительно сглаживается скользящим средним с интервалом в 7 дней.

Последний метод вычисляет коэффициент Бета для выбранной ценной бумаги и базируется на рыночной модели с одним индексом [8]. В расчетах по данному методу используются не только данные по самой бумаге, но и показатели индекса рынка. На торговой площадке KASE в настоящее время имеется только один индекс – KASE Share, данные по которому и были включены в расчет.

Оценки доходности ценных бумаг также представлены в программе и предлагаются в 2-х вариантах:

1. «скользящее среднее».
2. «средне-интервальная оценка».

Методы основаны на вычислении средних приростов за предыдущие периоды наблюдений по ф-ле (5). Отличие между этими методами также состоит в сглаживании исходного временного ряда при использовании второго метода [5].



**Блок прогнозов.** Пользователь имеет возможность выбрать для построения прогноза трендовую модель либо адаптивную.

При выборе трендовой модели, по значениям временного ряда строятся следующие кривые роста: линейный тренд, и тренды в виде полиномов 2-го и 3-го порядков.

Точность каждой построенной модели основывается на показателе средне-квадратического отклонения, после чего из 3-х кривых роста выбирается наиболее точная.

Адаптивные модели в текущей реализации содержат только линейную модель Брауна.

Результаты прогноза выводятся на форму в виде многостраничного графика, где на отдельной вкладке располагается график одной ценной бумаги и соответствующая кривая роста.

В качестве примера на рис. 2 показаны результаты прогнозирования для одной и той же ценной бумаги с помощью трендовых и адаптивных моделей.

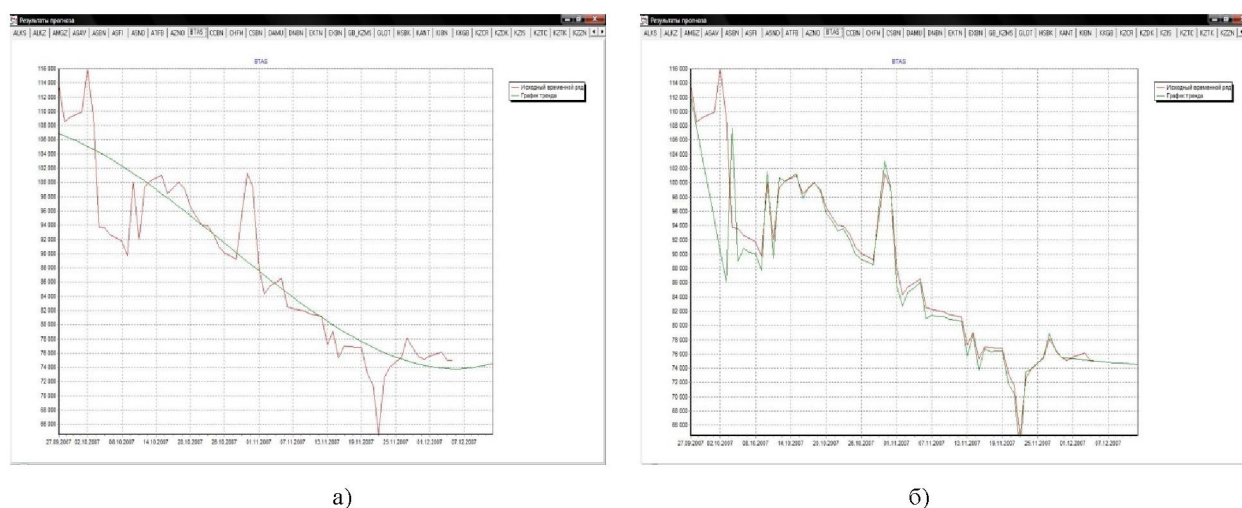


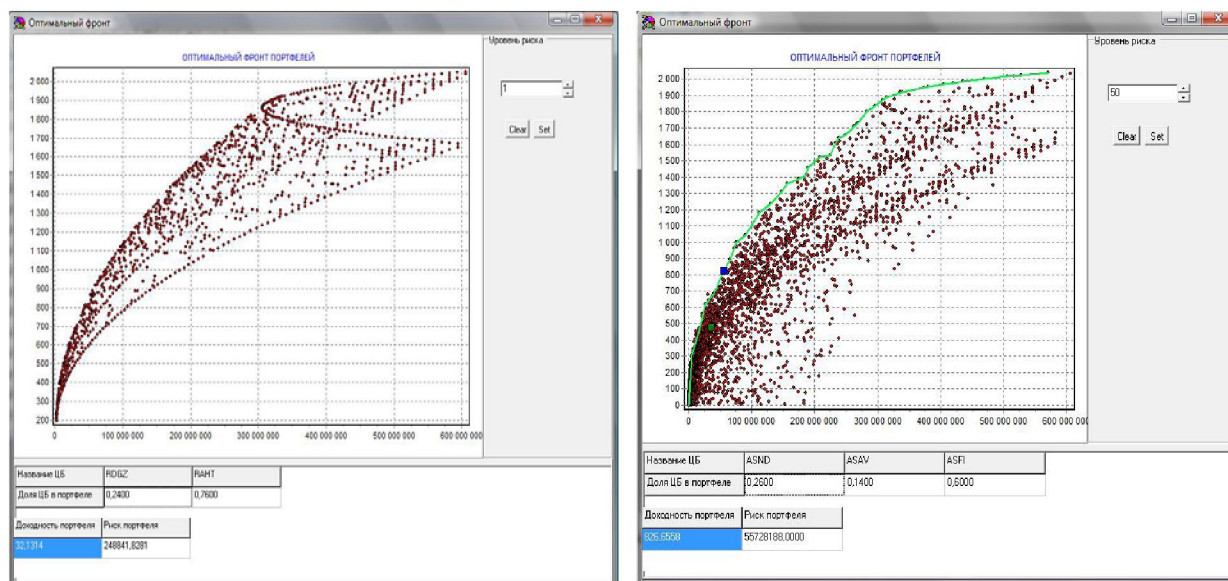
Рисунок 2 – Прогноз для акции BTAS, построенный с помощью трендовых (а) и адаптивных (б) моделей.

**Формирование эффективного фронта портфелей.** При формировании эффективного фронта автор следовал методике, описанной выше. Однако согласно рекомендациям, указанным в [1, 8], требовался перебор всех возможных комбинаций портфелей, заданных наборами чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , что оказалось трудно выполнимой задачей (с точки зрения вычислительной сложности) уже при выборе портфеля, состоящего из 5 бумаг, при возможности выбора из 60. Если составить сочетания бумаг по указанным выше параметрам не представляет затруднений, то перебор всех различных вариантов распределения долей в каждом портфеле из 3-5 бумаг является серьезной вычислительной задачей [6].

В силу указанных выше причин было принято решение отказаться от полного перебора в пользу случайного задания как вариантов вхождения различных бумаг в портфель, так и их долевого распределения внутри портфеля.

Эффективный фронт портфелей отображается на форме зеленой линией, которая может быть удалена с графика через пункт контекстного меню «Отобразить оптимальный фронт». Пользователю также предоставляется возможность выбора портфеля из числа эффективных с помощью задания риска на панели «Уровень риска». Величина риска, задаваемая пользователем является синтетическим показателем и варьируется от 1 до 100. При нажатии кнопки «Set» производится поиск, и результат отображается на графике синим квадратом с одновременным отображением структуры найденного портфеля [7].

Стоит добавить, что в изученных источниках не был описан вид и природа множества портфелей. После проведенных компьютерных экспериментов появилось предположение, что множество портфелей представляет поверхность в пространстве с размерностью  $n$ , равной количеству входящих в портфель бумаг. Портфель, составленный из 3-х и 10 бумаг, представлен на рисунке 3.



а)

б)

Рисунке 3 – Множество портфелей, составленных из 3-х бумаг (а) и 10 бумаг (б)

**Закключение.** В ходе работы автором были рассмотрены основные механизмы ценообразования на рынке ценных бумаг, а также изучены эконометрические методы расчетов рисков и доходностей.

В результате компьютерных экспериментов были подмечены интересные особенности в структуре фронтов портфелей, о которых не упоминается в рассмотренных автором источниках. В работе показано, что распределение портфелей может происходить не только в плоскости  $(V, E)$ , но также и в пространстве с базисом в виде  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , т.о. распределение портфелей представляется, в общем случае, выпуклой поверхностью в многомерном пространстве.

Также были преодолены трудности, связанные с перебором сочетаний бумаг и долей в портфеле. Найденное решение хоть и не может считаться самым эффективным с точки зрения точности, однако дает достаточно полное представление как о всем распределении портфелей, так и об эффективном фронте. В пользу найденного решения говорит и тот факт, что количество портфелей, строящихся при поиске, является определяемой пользователем величиной и может варьироваться в зависимости от конкретных вычислительных возможностей.

Результатом выполнения работы является программный комплекс Esonom, в функции которого входят:

- предоставление инструментов визуализации для отображения временных рядов,
- нахождение оценок для рисков и доходностей,
- составление прогнозов с помощью трендовых моделей на основе кривых роста и адаптивных моделей,
- построение эффективного фронта портфелей,
- отображение структуры выбранных портфелей.

Проект использует статистические данные по акциям казахстанских компаний, котирующихся на Казахстанской фондовой бирже. Таким образом, показана применимость эконометрических методов на казахстанском фондовом рынке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иванов А.П. Инвестиционная привлекательность акций. – М.: Издательский центр «Акционер». 2002. – 192 с.
- [2] Базовый курс по рынку ценных бумаг / Под ред. А. Д. Радыгина. – М.: Финансовый издательский дом «Деловой Экспресс», 1998. – 408 с.
- [3] Markowitz H.M. Portfolio Selection // Journal of Finance. – 1952. March.

- [4] Sharpe W.F. Capital Asset price: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk // Journal of Finance. – 1964. September.
- [5] Tobin J. The Theory of Portfolio Selection. The Theory of Interest Rate. – London: Macmillan, 1965.
- [6] Элдер А. Как играть и выигрывать на бирже / Пер. с англ. М. Волковой, А. Волкова. – М.: КРОН-ПРЕСС. 1996. – 336 с.
- [7] Кан М.Н. Технический анализ. – СПб.: Питер, 2003. – 288 с.
- [8] Ширяев В.И. Модели финансовых рынков. Оптимальные портфели, управление финансами и рисками. – М.: КомКнига, 2007. – 216 с.

#### REFERENCES

- [1] Ivanov A.P. Investment attractiveness of stock. M: Publishing center «Akcioner». 2002. 192 p. (in Russ.).
- [2] Basic Course for the Securities Market. Ed. Radigina A.D. M.: Financial publishing house «Delovoi Ekspres». 1998. 408 p. (in Russ.).
- [3] Markowitz H.M. Portfolio Selection. Journal of Finance. 1952. March.
- [4] Sharpe W.F. Capital Asset price: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. Journal of Finance. 1964. September.
- [5] Tobin J. The Theory of Portfolio Selection. The Theory of Interest Rate. London: Macmillan. 1965.
- [6] Elder A. Trading for a Living: Psychology, Trading Tactics, Money Management. Published by John Wiley & Sons Inc, 1993. 336 p.
- [7] Kahn M.N. Technical analysis. SPb.: Peter. 2003. 288 p. (in Russ.).
- [8] Shiryayeva V.N. Models of financial markets. Optimal portfolios, financial and risk management. M.: KomKniga. 2007. 216 p. (in Russ.).

### ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ҚОР НАРЫҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЭКОНОМЕТРИКАЛЫҚ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ИНВЕСТИЦИОНДЫҚ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ

М. В. Гришко, А. Н. Мурзахметов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** құнды қағаздар, қаржылық тәуекел, қор нарығы, инвестор, тәуекелді бағалау.

**Аннотация.** Инвесторға тартымды болу үшін құнды қағаздар нарықтық өнім ретінде өзінің сапасын анықтайтын белгілі бір сипаттамалар мен талаптарды қанағаттандыру керек. Жеке инвесторларда құнды қағаздарды таңдау барысында қиын шешімді мәселелер жиі туындайды. Сондықтан, инвестор, акцияларды сенімді сатып алу немесе сатуға мүмкіндік беретін қажетті құрал-саймандарға ие болу керек.

Бұл жұмыстың мақсаты құнды қағаздар нарығында қолданылатын шешімдер қабылдау жүйесін құру мүмкіндігін қарастыру, сонымен қатар, оның Қазақстандық қор нарығындағы экономикалық тиімділігін бағалау.

Поступила 20.03.2015 г.