

УДК 338.001.36

А.А. Siniitsina, А.П. Taburchak

STOCHASTIC DOMINANCE IN THE STOCKS OF INNOVATIVE COMPANIES ON THE RUSSIAN STOCK MARKET

During the period of significant economic changes, the role of the state in the economy is strengthening, while the need for efficient resource allocation remains, which is characteristic of the market mechanism. The criterion for determining preferences based on second-order stochastic dominance, considered in the paper, allows the planner to identify the most preferred innovative companies for conducting appropriate policies. The result of the study is a hierarchy of preferences for a set of innovative companies represented on the Russian stock market. The article presents a calculation algorithm for series of different lengths generated by a stochastic process. An overview of the organized capital market for innovative companies is presented.

Keywords: innovative companies, stock market, second-order stochastic dominance, utility function.

А.А.Синицына¹, А.П.Табурчак²**СТОХАСТИЧЕСКОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ В АКЦИЯХ ИННОВАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ НА РОССИЙСКОМ ФОНДОВОМ РЫНКЕ**

В период существенных экономических изменений происходит усиление роли государства в экономике, при этом сохраняется потребность в эффективности распределения ресурсов, которая свойственна рыночному механизму. Критерий определения предпочтений на основе стохастического доминирования второго порядка, рассматриваемый в статье, даёт возможность планеру выявить наиболее предпочтительные инновационные компании для проведения соответствующей политики. Результатом исследования является иерархия предпочтений по набору инновационных компаний, представленных на российском фондовом рынке. В статье приведён алгоритм расчёта для рядов разной длины, порождаемых стохастическим процессом. Представлен обзор организованного рынка капитала для инновационных компаний.

Ключевые слова: инновационные компании, фондовый рынок, стохастическое доминирование второго порядка, функция полезности.

DOI: 10.36807/2411-7269-2023-3-34-103-107

Введение

Новые экономические условия, в которых на данный момент находится Российская Федерация, затрудняют доступ к капиталу на мировых рынках во многих областях. В связи с этим возрастает значимость государственных инвестиций, а именно вопрос эффективности их осуществления.

Согласно теореме о разделении Фишера: при наличии совершенного рынка капитала производство регулируется только объективным рыночным критерием (максимизация прибыли) без учёта субъективных предпочтений отдельных лиц, которые реализуют решения о потреблении. В таком случае распределение ресурсов, основанное на равновесной процентной ставке и децентрализованном выборе домашних хозяйств и фирм, является Парето-эффективным (не может быть получено распределение ресурсов, благоприятствующее в большей степени какому либо из экономических объектов, без ухудшения положения какого-либо другого экономического агента). Таким образом, в случае, когда появляются ограничения и рынок перестаёт быть совершенным, планер (государство/правительство), как минимум, хотел бы иметь информацию об уровне предпо-

¹ Синицына А.А., доцент кафедры менеджмента и маркетинга, кандидат экономических наук, доцент; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)", г. Санкт-Петербург

Siniitsina A.A., Associate Professor of the Department of Management and Marketing, PhD in Economics, Associate Professor; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Technological Institute (Technical University)", Saint-Petersburg

E-mail: severanna@mail.ru

² Табурчак А.П., декан факультета экономики и менеджмента, доктор экономических наук, профессор; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)", г. Санкт-Петербург

Taburchak A.P., Dean of the Faculty of Economics and Management, Doctor of Economics, Professor; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Technological Institute (Technical University)", Saint-Petersburg
E-mail: ta@inbox.ru

чений, аналогичном рыночному, для осуществления инвестиций. Особенно это актуально для инвестиций в инновации, как одной из четырёх основных движущих сил в экономике. Наше исследование будет сосредоточено на выявлении данных предпочтений, а также на последующем объяснении их ранжирования. В качестве базы данных будет использована информация с российского фондового рынка сектора инноваций. Теоретическим обоснованием выявления предпочтений является теория общего равновесия с методологией принятия решений на основании критерия стохастического доминирования. Отдельные попытки применения стохастического доминирования для отбора инновационных компаний уже появлялись, например работа Леи и Луо [1].

Источник данных

Начиная с 2009 г. на Московской бирже была запущена секция Рынка Инноваций и Инвестиций (РИИ Московской биржи). Данный сектор предназначен для высокотехнологичных компаний – это была первая попытка создать на российском рынке аналог NASDAQ.

Секция РИИ создавалась совместно с "Роснано" и задумана для катализации развития таких секторов экономики, как ядерная промышленность, приборостроение, фармацевтика, химическая и лазерная промышленность. В рамках секции РИИ существует координационный совет, в состав которого входят представители профильных министерств. Совет занимается проработкой государственной политики по внедрению инноваций в производство, привлечению инвестиций в технологические предприятия и развитием рынка инновационной продукции. Главной целью деятельности РИИ является развитие малых и средних предприятий в сфере инноваций, а также создание новых инновационных компаний.

Для оценки сектора инновационных компаний был создан специальный индекс – MICEXINNOV. Для расчёта индекса используется ценовая информация по одиннадцати инновационным компаниям из различных секторов: ПАО Завод экологической техники и экопитания "ДИОД", ОАО "Донской завод радиодеталей", ПАО "Институт Стволовых Клеток Человека", ПАО "Фармсинтез", ОАО "Левенгук", ОАО "Мультисистема", АО НПО "Наука", ПАО "ЧЗПСН-Профнастил", PLC "QIWI", ПАО Группа Компаний "Роллман", ПАО "Объединённая авиастроительная корпорация". Отсутствие в индексе IT компаний обусловлено существованием отдельного отраслевого индекса – MOEXIT, в который входят: PLC Cian, PLC HeadHunter Group, PLC Ozon Holdings, ПАО "Группа Позитив", PLC Noventiq Holdings, VK Company LTD, Yandex H.B.¹

В нашем исследовании мы использовали ценовую информацию по приведённым компаниям из официального архива Мосбиржи [2]. Были использованы месячные данные до 04.2023 с момента начала торгов по каждому инструменту на Московской бирже. Полученные ценовые ряды были преобразованы в ряды доходностей, по формуле исходя из допущения о логнормальном распределении цен:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right),$$

где:

r_t – доходность за период t ,

P_t – ценовое значение в период t .

Теоретическое обоснование

Нашей целью является ранжирование компаний и выявление рыночных предпочтений не с точки зрения портфельной теории инвестиций. В этом случае экономический агент оценивает вклад каждой отдельной акции в его существующий портфель с точки зрения оценки ковариации доходности данной акции по отношению ко всему портфелю и соотношения доходностей. Нами будет применяться соответствующий критерий с точки зрения инвестирования в компанию, как в отдельный инновационный проект. В данном случае методология сравнения будет опираться на критерий стохастического доминирования.

Избегающий риска инвестор всегда предпочитает стохастически доминирующую инвестицию, а избегание риска является характеристикой, которую общество хотело бы видеть у планера. Также критерий более общий в том смысле, что меньшее число допущений требуется для его применения. Стохастическое доминирование первого порядка требует лишь, чтобы функция полезности для экономического агента, принимающего решение, была неубывающей. При этом стохастическое доминирование второго порядка требует дополнительно к неубывающему характеру функции полезности только выпуклость. При этом, каких-либо ограничений на функцию вероятности не накладывается. Мы будем использовать общепринятые в научной литературе определения [3], [4].

Определение 1.

¹ Далее для простоты для обозначения компаний будут применяться их биржевые тикеры.

Мы говорим о стохастическом доминировании первого порядка случайной величины X над случайной величиной Y , если $Y = X + \varepsilon$, где $\varepsilon \leq 0$.

Или эквивалентно:

Функция распределения $Y, F_Y(z)$ превосходит функцию распределения $X, F_X(z)$ для всех Z :

$$F_Y(z) \geq F_X(z) \forall z$$

Определение 2.

Мы говорим о стохастическом доминировании второго порядка случайной величины X над случайной величиной Y , если распределение Y равно распределению $X + \varepsilon + \delta$, где $\varepsilon \leq 0$ и для случайной величины $\delta, E[\delta|X + \varepsilon] = 0$.

Или эквивалентно:

Площадь под функцией распределения $Y, F_Y(z)$ больше, чем под функцией распределения $X, F_X(z)$ для всех Z :

$$\int_{-\infty}^z F_Y(z) dz \geq \int_{-\infty}^z F_X(z) dz \forall z$$

и

$$\exists z: F_Y(z) \neq F_X(z)$$

Следует отметить, что для стохастического доминирования второго порядка достаточным условием является наличие стохастического доминирования первого порядка.

Методология исследования и результаты

Доходность отдельной акции представляет собой случайную величину. На основе исторических данных мы имеем ряд доходностей, по которому может быть получена оценка распределения случайной величины. Пример гистограммы частот для ряда доходностей акций ПАО Завод экологической техники и экопитания "ДИОД" представлен на Рис. 1.

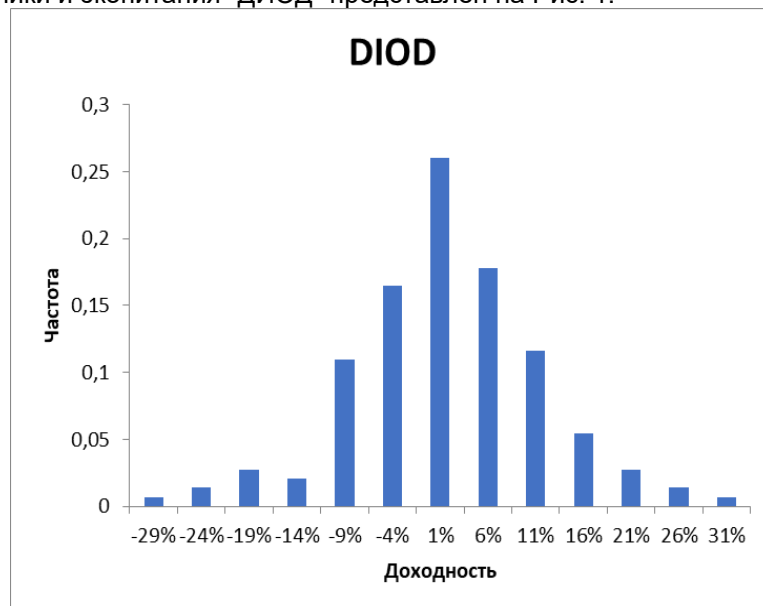


Рис. 1 – Распределение доходности акций DIOD

Далее проводилось попарное сравнение по критерию стохастического доминирования второго порядка среди 18 акций. Сравнение проводилось с применением алгоритма, написанного на языке Python. В связи с тем, что ряды данных имели разную длину, прямое сопоставление было невозможно. В данном случае, использовалась интерполяция значений процесса, на основе равномерно распределённых точек на интервале от 0 до 1, чтобы создать упорядоченный массив значений, который можно использовать для вычисления площади под кривой кумулятивной функции распределения. Пример визуализации сопоставления двух рядов данных представлен на Рис. 2. В

данном случае отчётливо видно, что ряд данных 1, генерируемый процессом 1, доминирует над рядом данных 2, генерируемым процессом 2.

Фрагмент кода, описывающий процесс сравнения двух рядов данных, представлен на Рис. 3.

Результат попарного сравнения позволил получить следующую иерархию, начиная от наиболее предпочтительной компании к наименее предпочтительной.

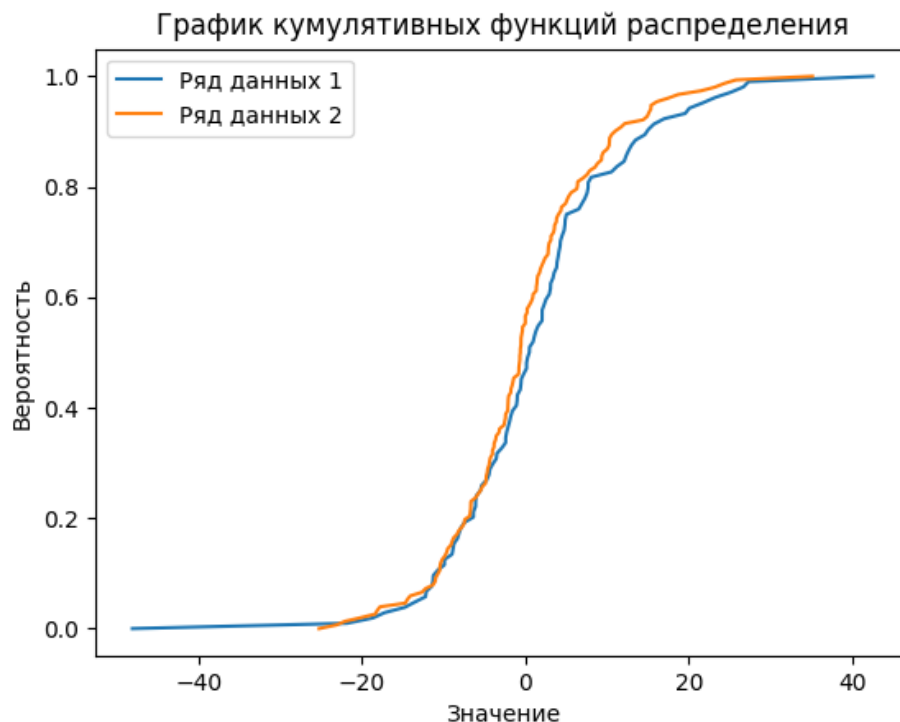


Рис. 2 – Сопоставление двух рядов данных

```
def stochastically_dominates_second_order(process1, process2):
    if np.array_equal(process1, process2):
        return False
    else:
        x = np.linspace(0, 1, len(process1))
        y1 = np.interp(x, np.linspace(0, 1, len(process1)), np.sort(process1))
        y2 = np.interp(x, np.linspace(0, 1, len(process2)), np.sort(process2))
        return np.trapz(np.sort(process1), np.linspace(0, 1, len(process1)))
        <= np.trapz(np.sort(process2), np.linspace(0, 1, len(process2)))

def main():
    file1 = 'data1.csv'
    file2 = 'data2.csv'
    df1 = read_csv(file1)
    df2 = read_csv(file2)

    if stochastically_dominates_second_order(df1['Change %'], df2['Change %']):
        print("Ряд данных 2 стохастически доминирует над рядом данных 1")
    elif stochastically_dominates_second_order(df2['Change %'], df1['Change %']):
        print("Ряд данных 1 стохастически доминирует над рядом данных 2")
    else:
        print("Ни один из рядов стохастически не доминирует над другим")
```

Рис. 3 – Фрагмент кода с алгоритмом для сопоставления процессов по критерию стохастического доминирования

Иерархия рыночных предпочтений:

POSI > PRFN > ISKJ > NAUK > HHRUDR > YNDX > DZRD > UNAC > LVHK >
QIWIDR > LIFE > OZONDR > DIOD > CIANDR > MSST > VKCODR >
RLMN > SFTLDR.

Полученная иерархия открывает широкие возможности для проведения дальнейших исследований от кластерного анализа и выявления отраслевых предпочтений в экономике [5], [6], [7], до определения доминирующих факторов внешней или внутренней среды, определяющих привлекательность инновационных компаний [8].

Список использованных источников

1. Y. Lei, J. Luo. Stochastic optimization for innovation project portfolio selection under uncertainty. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 66(2), 2019. DOI: 10.1109/TEM.2018.2843241.
2. Архив котировок Московской биржи // [электронный ресурс] – URL: <https://www.moex.com/ru/marketdata/archive/>.
3. L. Lee, K. Lee. Stochastic Dominance under the Copula Framework: A Generalized Approach. *Insurance: Mathematics and Economics*, 86, 2019. DOI: 10.1016/j.insmatheco.2019.02.009.
4. W. D. K. Wong, K. M. W. Wong. Stochastic Dominance and Mean-Variance Measures of Profit and Utility for Discrete Probability Distributions. *Operations Research*, 62(6), 2014. DOI: 10.1287/opre.2014.1286.
5. R. Drechsler, C. P. J. Martin, J. Loydell. Innovation Management in the Digital Age: An Exploratory Study in the Media Industry. *International Journal on Media Management*, 23(4), 2021. DOI: 10.1080/14241277.2021.1938567.
6. M. J. P. Leite, A. R. G. Pereira, E. Torkomian. Innovation Management in the Pharmaceutical Industry: A Systematic Review of Success Factors. *Journal of Business Research*, 130, 2021. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.07.006.
7. R.M. Tavana, A.H. Ebrahimi, H. Diabat. A Configurational Approach" авторов. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 44(5), 2020. DOI: 10.1177/1096348020960573.
8. S. Salunke, S. Weerawardena, S. McColl-Kennedy. Innovation management practices and their impact on innovation performance. *Journal of Business Research*, 68(1), 2015. DOI: 10.1016/j.jbusres.2014.06.024.