

На правах рукописи

РЕМЕСНИК ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ
ПРИНЯТИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва — 2020

Работа выполнена на кафедре бизнес-информатики и математического моделирования Института экономики и управления (структурное подразделение) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Научный руководитель: **Сигал Анатолий Викторович,**
доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Семенычев Валерий Константинович,**
доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, Институт экономики предприятий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный экономический университет», кафедра прикладной экономики, профессор кафедры

Хачатрян Нерсес Карленович,
кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный экономико-математический институт Российской академии наук, заместитель директора института по научной работе

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова Российской академии наук

Защита состоится «___» _____ 202_ года в ___ часов на заседании диссертационного совета Д 002.073.06 при Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр “Информатика и управление” Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) по адресу: 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9, конференц-зал, 1-й этаж.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФИЦ ИУ РАН <http://www.frccsc.ru>.

Отзывы и замечания по автореферату в двух экземплярах, заверенные оттиском печати, просьба высылать по адресу 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, ФИЦ ИУ РАН, диссертационный совет Д 002.073.06.

Автореферат разослан «___» _____ 202_ г.

Телефон для справок: +7(499) 135-51-64
Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.073.06,
кандидат экономических наук

М. П. Фролова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Корректное принятие эффективных управленческих решений на всех уровнях администрирования как на макроуровне, так и на микроуровне, требует применения адекватного математического аппарата. Анализ возможностей и альтернативных сценариев, выбор и обоснование решения, реализация которого наиболее целесообразна для имеющихся условий, позволяет найти оптимальную модель функционирования экономического объекта, максимально раскрывающую его потенциал. Успешное решение задач принятия управленческих решений подразумевает обязательный учет неопределенности, конфликтности и порожденного ими экономического риска, присущих современной экономике. Принятие управленческих решений часто требует выполнения таких операций, как поиск наиболее типичной оценки неизвестного распределения вероятностей состояний экономической среды, поиск оценки значимости рассматриваемых экономических объектов/показателей и значений соответствующих весовых коэффициентов, вычисления оценок различных числовых характеристик случайной величины, характеризующей выбранный показатель эффективности принятия управленческих решений в экономике. Предлагаемый теоретико-игровой инструментарий позволяет осуществить, как строго математически обоснованный поиск наиболее типичной оценки неизвестного распределения вероятностей состояний экономической среды, так и корректное принятие эффективного управленческого решения с учетом неопределенности, конфликтности и экономического риска. Это обуславливает актуальность исследования.

Целью диссертационной работы является разработка научно-обоснованных методов и моделей принятия управленческих решений, основанных на использовании наиболее типичной оценки неизвестного распределения вероятностей состояний экономической среды, оценке значимости рассматриваемых экономических объектов/показателей и значений соответствующих весовых коэффициентов, а также на использовании вычисленных оценок числовых характеристик случайной величины, характеризующей выбранный показатель эффективности принятия управленческих решений в экономике.

Для реализации поставленной цели были поставлены и решены следующие **задачи**:

1. Анализ и систематизация существующих в теории принятия решений и управления вероятностно-статистических моделей с

использованием вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды или оценок неизвестных значений весовых коэффициентов рассматриваемых показателей.

2. Критический обзор инструментов оценки вероятностей возможных состояний экономической среды, оценки весовых коэффициентов выбранных экономических объектов/показателей в поле третьей и четвертой информационных ситуаций.

3. Разработка корректных методов построения оценки распределения вероятностей возможных состояний экономической среды, оценок значимости рассматриваемых экономических объектов/показателей и значений соответствующих весовых коэффициентов, наиболее адаптированных к использованию в экономических исследованиях.

4. Разработка метода построения для вероятностно-статистических моделей вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды, учитывающих значимость предшествующих периодов времени для настоящего момента времени.

5. Построение вероятностно-статистических моделей принятия управленческих решений, основанных на выборе вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды или оценок неизвестных значений весовых коэффициентов рассматриваемых показателей.

Объект исследования — экономические системы (прежде всего, предприятия всех организационно-правовых форм), разрабатывающие научно-обоснованные рекомендации по организации и технологии построения процедур подготовки, принятия и поддержки управленческих решений с учетом неопределенности, конфликтности и экономического риска.

Предмет исследования — процессы принятия управленческих решений в экономике, в случаях, когда принятие управленческих решений осуществляется в поле третьей или четвертой информационной ситуации, т. е. в условиях неопределенности.

Область исследования диссертационной работы соответствует требованиям следующих пунктов паспорта специальности 08.00.13 — «Математические и инструментальные методы экономики»:

Раздел 1 «Математические методы»

1.1. «Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений,

дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании».

1.4. «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений».

Теоретико-методологическую основу исследования составили положения и принципы системного подхода, рискологии, теории игр, в частности, игр с природой, т. е. теории принятия статистических решений, теории математических методов принятия решений с учетом неопределенности, конфликтности и риска на основе классификации информационных ситуаций о состояниях экономической среды, теории полезности, теории управления социально-экономическими системами, современной теории портфеля. Построение комплекса экономико-математических моделей принятия статистических решений опирается на ряд экономико-математических методов, прежде всего, методы оптимизации. При этом для оценки значений неизвестных вероятностей состояний экономической среды применялись методы теории вероятностей и математической статистики, а для построения последовательностей, удовлетворяющих простому линейному отношению порядка, задающих распределение вероятностей, применялись методы теории полезности. Кроме того, применялись стандартные и теоретико-игровые методы построения множества допустимых и эффективных портфелей.

Информационной базой исследования являются научные исследования российских и зарубежных ученых в области теории игр и статистических решений, рискологии и их приложений в экономике, а также публикации, посвященные проблемам моделирования процесса принятия статистических решений в условиях неопределенности, научные публикации в экономических журналах; материалы научно-практических конференций.

Степень разработанности проблемы. Вопросы теории игр, теории принятия статистических решений, теории экономического риска, а также применения этих теорий в экономических исследованиях рассматриваются в многочисленных научных публикациях.

В частности, эти вопросы рассматривались в работах таких зарубежных и российских авторов, как З. И. Абдулаева, Р. Ауман, М. Машлер, Д. Блекуэлл, М. А. Гиршик, А. Вальд, Э. Вилкас, В. В. Витлинский, Н. Н. Воробьев, Ю. Б. Гермейер, М. В. Губко, Д. А. Новиков, Р. Б. Майерсон, Д. Мак-Кинси, Г. М. Марковиц, Э. Мулен, Ф. Найт, А. О. Недосекин,

Дж. фон Нейман, О. Morgenштерн, Г. Оуэн, А. В. Сигал, Д. Трейнор, Р. И. Трухаев, П. Фишберн, Дж. Харшаньи, У. Шарп, М. Шубик и др.

Среди монографий по теории принятия решений хотелось бы выделить работы следующих авторов: В. В. Витлинский, П. И. Верченко, А. В. Сигал, Я. С. Наконечный, Н. Н. Воробьев, А. И. Орлов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили, С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова, Т. Саати, В. Н. Козлов и др.

На сегодня теорию принятия статистических решений с учетом неопределенности, конфликтности и риска следует признать детально разработанной. Однако и в данной области существует ряд нерешенных проблем, к которым, в частности, можно отнести проблему корректной оценки вероятностей возможных состояний экономической среды в поле третьей и четвертой информационных ситуаций.

Научная новизна исследования: в диссертации рассмотрено построение вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды на основе классических последовательностей натуральных чисел в поле третьей или четвертой информационной ситуации. Научной новизной обладают следующие результаты, выносимые на защиту:

1. Проанализированы и систематизированы существующие в теории принятия решений и управления вероятностно-статистические модели с использованием вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды или оценок неизвестных значений весовых коэффициентов рассматриваемых показателей.

2. Рассмотрено понятие обобщенных прогрессий Фишберна в поле третьей информационной ситуации. На множестве всех обобщенных геометрических прогрессий Фишберна, удовлетворяющих частично усиленному линейному отношению порядка, впервые доказана теорема о максимизации значения энтропии Шеннона.

3. Изложен метод построения произвольной последовательности, удовлетворяющей простому линейному отношению порядка и задающей распределение вероятностей. Введены понятия «последовательность Фишберна» и «последовательность, производящая последовательность Фишберна». Введенное понятие последовательностей Фишберна определяет класс последовательностей, являющийся гораздо более широким, чем класс последовательностей, элементы которых вычисляются по формуле точечных оценок Фишберна для случая усиленного линейного отношения порядка. Введены понятия «последовательность Фишберна второго порядка» и «последовательность Фишберна, производящая последовательность Фишберна второго порядка». Введенное понятие последовательностей

Фишберна второго порядка является обобщением понятия последовательностей Фишберна, когда имеет место смешанная система предпочтений.

4. Разработан метод построения оценки распределения вероятностей возможных состояний экономической среды, учитывающих значимость предшествующих периодов времени для настоящего момента времени, с целью приведения обобщенной модели Марковица задачи поиска эффективного портфеля к классической модели Марковица.

5. Предложены методы и модели применения последовательностей Фишберна для моделирования процессов принятия управленческих решений в экономике.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанный комплекс методов вносит значительный вклад в развитие методов оценки вероятностей возможных состояний экономической среды, методов оценки значимости рассматриваемых экономических объектов/показателей и значений соответствующих весовых коэффициентов с учетом неопределенности, конфликтности и риска, а также в обосновании математической и экономической корректности разработанных методов и моделей оценки неизвестных значений соответствующих показателей.

Практическая значимость результатов исследования определяется возможностью применения предложенных моделей и методов в различных сферах экономической деятельности с целью повышения эффективности функционирования экономических систем. Предложенные в диссертационной работе методы позволяют повысить корректность и эффективность принятия управленческих решений в экономике лицом, принимающим решения (ЛПР).

Апробация результатов исследований осуществлялась по следующим направлениям:

1. Исследования, лежащие в основе диссертационной работы, были поддержаны грантом РФФИ в рамках научного проекта «Разработка технологий и инструментария теоретико-игрового моделирования принятия управленческих решений в экономике на основе концепции комбинированного применения статистических и антагонистических игр» (№ 18-010-00688 на 2018–2020 гг.).

2. Ряд положений диссертации был использован при выполнении инициативных НИР кафедры бизнес-информатики и математического моделирования Института экономики и управления (структурное подразделение) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский

федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, в 2016–2018 гг.: АААА-А16-116051910074-1 «Форсайт, моделирование и обеспечение информационной безопасности устойчивого информационного развития Республики Крым», в 2019–2021 гг.: АААА-А19-119012390077-2 «Информационные системы и модели цифровой экономики». Отдельные положения и научные результаты были внедрены в учебный процесс преподавания дисциплин «Инвестирование и бизнес-планирование» и «Управление инновациями на предприятии», включенных в учебный план студентов, обучающихся по направлению подготовки 38.03.05, 38.04.05 «Бизнес-информатика» (бакалавриат и магистратура).

3. Научно-методические разработки диссертации были внедрены в деятельность акционерного общества «Международный аэропорт “Симферополь”» (№ 01.01.1246, 18.06.2020).

4. Основные выводы, положения и результаты исследования доложены и обсуждены на научно-практических конференциях: XV, XVI Международной научно-практической конференции «Теория и практика экономики и предпринимательства» (Гурзуф, 2018, 2019); XI, XII Международной школе-симпозиуме «Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем» АМУР-2017, АМУР-2018 (Симферополь–Судак), XIII Всероссийской с международным участием школе-симпозиуме «Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем» АМУР-2019 (Симферополь–Судак); I Всероссийской школе молодых ученых «Исследование, систематизация, кооперация, развитие, анализ социально-экономических систем в области экономики и управления» ИСКРА-2018 (Симферополь–Судак), I, II Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Тенденции развития Интернет и цифровой экономики» ТРИЦЭ-2018, ТРИЦЭ-2019 (Симферополь–Алушта), XVII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития экономики» (Гурзуф, 2018), III, IV Международной научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню финансиста-2018», «Финансы России в условиях глобализации» (Воронеж, 2018), ко «Дню финансиста-2019», «Финансы России в условиях глобализации» (Воронеж, 2019), Международной научной конференции «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2019 (Санкт-Петербург, 2019), Восьмой Международной конференции «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2019 (Ростов-на-Дону, 2019).

Публикации. Основные результаты диссертации отражены в 26 научных работах автора общим объемом 33,75 п. л. (личный вклад автора –

18,5 п. л.). В том числе в 2 монографиях с одним соавтором общим объемом 22,8 п. л. (личный вклад – 11,4), в 6 статьях в журналах из перечня ВАК рецензируемых научных изданий.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы. Общий объем диссертации составляет 149 страниц, включая 22 рисунка, 42 таблицы. Список литературы содержит 140 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования.

В первой главе «Особенности принятия управленческих решений с учетом риска и неопределенности» проанализированы проблемы моделирования экономического риска и неопределенности, рассмотрено развитие теории принятия управленческих решений до настоящего времени. Проанализированы применения теории игр и статистических решений для моделирования принятия управленческих решений в экономике. Рассмотрена статистическая игра как модель управления экономическим риском.

Во второй главе «Последовательности Фишберна как инструментарий принятия статистических решений с учетом риска и неопределенности» рассмотрены формулы Фишберна и обобщенные прогрессии Фишберна как упрощенные формулы оценки неизвестных вероятностей состояний экономической среды. Строго математически обоснованы энтропийные свойства обобщенных прогрессий Фишберна. Предложено построение оценки распределения вероятностей возможных состояний экономической среды на основе классических последовательностей натуральных чисел в поле третьей или четвертой информационной ситуации. Введены понятия «последовательность Фишберна», «последовательность, производящая последовательность Фишберна», «последовательность Фишберна второго порядка», «последовательность Фишберна, производящая последовательность Фишберна второго порядка».

В третьей главе «Применение последовательностей Фишберна для принятия управленческих решений» проведен анализ целесообразности применения последовательностей Фишберна в современной теории портфеля, в нечетком когнитивном моделировании, в моделях с количественными факторами, в теоретико-игровых моделях, в гибридных системах поддержки принятия решений в экономике.

В заключении изложены основные научные результаты и выводы исследования.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Результаты исследования, представленные в диссертации, выносимые на защиту и содержащие научную новизну.

1. Проанализированы и систематизированы существующие в теории принятия решений и управления вероятностно-статистические модели с использованием вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды или оценок неизвестных значений весовых коэффициентов рассматриваемых показателей.

Из применяемых в теории принятия решений и управлении вероятностно-статистических моделей с использованием вектора весовых коэффициентов в поле третьей и четвертой информационной ситуации можно выделить следующие классы моделей в зависимости от решаемых задач и типа имеющихся данных.

Современная теория портфеля. Обобщенные модели Марковица задачи выбора эффективного портфеля в поле третьей информационной ситуации (ИС) представляют собой задачи трехкритериальной оптимизации с дополнительными ограничениями для возможных значений вероятностей q_1, \dots, q_n . Обобщенная модель Марковица задачи выбора эффективного портфеля в поле третьей ИС может быть приведена к задаче двухкритериальной оптимизации, т. е. к классической модели Марковица. Если закон распределения вероятностей состояний экономической среды неизвестен, но известны некоторые соотношения между вероятностями этих состояний, то имеет место третья ИС. В случае обобщенной модели Марковица задачи выбора эффективного портфеля в поле третьей ИС необходимо произвести оценку неизвестных значений вероятностей состояний экономической среды.

Модели с интегральным показателем, включающие качественные исходные данные. Изучение сложных социально-экономических систем, в частности, проведение экспресс-оценки текущего состояния и развития систем, может основываться на применении нечеткого когнитивного моделирования (НКМ), как одного из эффективных направлений современной теории поддержки принятия решений. Достоинством НКМ является возможность формализации численно не измеримых факторов и применения в условиях частичной неопределенности. НКМ позволяет строить сравнительно простые модели, которые находят широкое применение в различных социально-экономических сферах. В моделях с интегральным показателем, включающих качественные исходные данные,

для сравнения факторов в расчетах применяются системы отношений и соответствующие весовые коэффициенты.

Модели с интегральным показателем, включающие количественные исходные данные. Проведение экономической оценки, когда на входе имеются количественные данные, основывается на применении моделей вычисления интегрального показателя. Стандартная модель (схема) вычисления интегрированного комплексного показателя или комплексной оценки содержит весовые коэффициенты, соответствующие системе отношений между факторами.

Теоретико-игровые модели. При теоретико-игровом моделировании экономики не для всех элементов платежной матрицы известны их точные истинные значения либо они неизвестны вообще, но известен (или можно определить) закон, по которому их возможно найти. В таких случаях необходимо применять неоклассические антагонистические игры. Кроме того, для расширения сферы применения антагонистических игр в экономико-математическом моделировании их целесообразно применять комбинированно со статистическими играми, а также совместно с теорией вероятностей, математической статистикой, теорией случайных процессов. Концепция комбинированного применения статистических и антагонистических игр предусматривает включение в задачу вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды.

Решение данного класса задач зависит от входящих в модель оценок вероятностей возможных состояний экономической среды.

2. Рассмотрено понятие обобщенных прогрессий Фишберна в поле третьей информационной ситуации. На множестве всех обобщенных геометрических прогрессий Фишберна, удовлетворяющих частично усиленному линейному отношению порядка, впервые доказана теорема о максимизации значения энтропии Шеннона.

Р. И. Трухаев¹ приводит основные точечные оценки распределения априорных вероятностей состояний экономической среды в поле третьей ИС, для простого и частично усиленного линейных отношений порядков. Эти оценки распределения априорных вероятностей состояний экономической среды в монографии Р. И. Трухаева названы *точечными оценками Фишберна*. Формулы Фишберна позволяют простым и естественным способом вычислить оценки значений вероятностей состояний экономической среды, если для этих вероятностей задан тот или иной вектор приоритетов, т. е. то или иное отношение порядка. Асимптотическое

¹ Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухаев. — М. : Наука, 1981. — 258 с.

поведение значения энтропии Шеннона для оценок распределений вероятностей, найденных согласно первой и второй формулам Фишберна, подробно рассмотрено в монографии².

Формулы Фишберна было предложено обобщить в статье А. В. Сигала³ на случай монотонных прогрессий, удовлетворяющих лишь условию нормировки и требованиям неотрицательности всех членов прогрессии. В данной статье были введены понятия обобщенной арифметической и обобщенной геометрической прогрессий Фишберна. Среди всех обобщенных прогрессий Фишберна принципу максимума энтропии соответствует лишь частный случай, когда обобщенная прогрессия Фишберна вырождается в постоянную величину $\hat{q}_j = \hat{q}_j^* = \frac{1}{n} \equiv \text{const}, j = \overline{1, n}$.

Ответ на вопрос о максимизации значения энтропии Шеннона на множестве всех обобщенных геометрических прогрессий Фишберна, удовлетворяющих соответствующему частично усиленному линейному отношению порядка, дает следующее утверждение, которое доказано в диссертационной работе.

Теорема. Задача максимизации энтропии Шеннона на множестве невозрастающих обобщенных геометрических прогрессий Фишберна $\{\hat{q}_j\}_{j=1}^n$, удовлетворяющих частично усиленному линейному отношению порядка, имеет следующее единственное оптимальное решение: $x^* = \alpha_n \in (0,5; 1]$. Задача максимизации энтропии Шеннона на множестве неубывающих обобщенных геометрических прогрессий Фишберна $\{\hat{q}_j\}_{j=1}^n$, удовлетворяющих частично усиленному линейному отношению порядка, имеет следующее единственное оптимальное решение $x^* = \frac{1}{\alpha_n} = \beta_n \in [1; 2)$.

3. Изложен метод построения произвольной последовательности, удовлетворяющей простому линейному отношению порядка и задающей распределение вероятностей. Введены понятия «последовательность Фишберна» и «последовательность, производящая последовательность Фишберна»; «последовательность Фишберна

² Сигал А. В. Последовательности Фишберна и их применение в современной теории портфеля: монография / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник. — Симферополь : ИП Корниенко А. А., 2018. — 204 с.

³ Сигал А. В. Обобщенные прогрессии Фишберна / А. В. Сигал, Г. Н. Макеева // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем (АМУР-2015) : сб. науч. тр. IX Межд. школы-симпозиума АМУР-2015 (Севастополь, 12–21 сентября 2015). — Симферополь : КФУ им. В. И. Вернадского, 2015. — С. 343–350.

второго порядка» и «последовательность Фишберна, производящая последовательность Фишберна второго порядка».

Определение. Последовательностью Фишберна будем называть последовательность $\{\hat{q}_j\}_{j=1}^n$, значения элементов которой вычисляются по формулам

$$\hat{q}_j = \frac{a_j}{\sum_{i=1}^n a_i}, \quad j = \overline{1, n},$$

где $\{a_j\}_{j=1}^n$ – монотонная последовательность неотрицательных чисел, сумма которых является положительным числом, при этом последовательность $\{a_j\}_{j=1}^n$ будем называть *последовательностью, производящей* (или *порождающей*) *последовательностью Фишберна* $\{\hat{q}_j\}_{j=1}^n$.

Введенное понятие последовательностей Фишберна определяет класс последовательностей, являющийся гораздо более широким, чем класс последовательностей, элементы которых вычисляются по формуле точечных оценок Фишберна.

Единственным принципиальным отличием последовательности Фишберна и последовательности, ее производящей, является то, что любая последовательность Фишберна обязана задавать распределение вероятностей и, в частности, обязана удовлетворять условию нормировки, а произвольная последовательность, производящая последовательность Фишберна, не обязана удовлетворять условию нормировки. Собственно говоря, последовательность Фишберна — это монотонная последовательность неотрицательных чисел, сумма которых равна числу 1, а последовательность, производящая последовательность Фишберна, — это монотонная последовательность неотрицательных чисел, сумма которых является положительным числом (иначе говоря, монотонная последовательность неотрицательных чисел, хотя бы одно из которых является положительным числом). Таким образом, именно последовательности Фишберна можно использовать в качестве оценок распределения вероятностей состояний экономической среды (фондового рынка), при этом в качестве последовательности, производящей последовательность Фишберна с желаемыми свойствами, ЛПР (инвестору) следует выбирать последовательность, обладающую этими желаемыми свойствами. В качестве таких последовательностей, производящих последовательности Фишберна с желаемыми свойствами, можно выбирать прогрессии и другие известные

последовательности, в частности, классические последовательности натуральных чисел.

В таблице 1 приведены примеры (для $n = 4$) последовательностей Фишберна, порожденных производящими последовательностями, элементы которых являются **1)** константой (равной, например, 1); последовательными первыми **2)** натуральными числами; **3)** числами Фибоначчи; **4)** обобщенная геометрическая прогрессия Фишберна, максимизирующая значение энтропии Шеннона; **5)** числами Мерсенна; **6)** числами Евклида; **7)** числами Ферма. В таблице 1 последовательности упорядочены по убыванию значений энтропии.

Таблица 1

Примеры (для $n = 4$) последовательностей Фишберна

№ п/п	Производящая последовательность $\{a_j\}_{j=1}^4$	Последовательность Фишберна	$H(\hat{q})$
1.	$\{1; 1; 1; 1\}$	$\{0,25; 0,25; 0,25; 0,25\}$	$\ln 4 \approx 1,3863$
2.	$\{1; 2; 3; 4\}$	$\{0,1; 0,2; 0,3; 0,4\}$	1,2799
3.	$\{1; 1; 2; 3\}$	$\left\{ \frac{1}{7}; \frac{1}{7}; \frac{2}{7}; \frac{3}{7} \right\}$	1,2770
4.	$\{0,0804; \dots; 0,5\}$	$\{0,0804; 0,1478; 0,2718; 0,5\}$	1,1858
5.	$\{1; 3; 7; 15\}$	$\left\{ \frac{1}{26}; \frac{3}{26}; \frac{7}{26}; \frac{15}{26} \right\}$	1,0451
6.	$\{2; 3; 7; 43\}$	$\left\{ \frac{2}{55}; \frac{3}{55}; \frac{7}{55}; \frac{43}{55} \right\}$	0,7340
7.	$\{3; 5; 17; 257\}$	$\left\{ \frac{3}{282}; \frac{5}{282}; \frac{17}{282}; \frac{257}{282} \right\}$	0,3738

Легко заметить, что все последовательности Фишберна, приведенные в таблице 1, удовлетворяют простому линейному отношению порядка, в то время как частично усиленному линейному отношению порядка удовлетворяют только четыре последние последовательности из них. $H(\hat{q})$ — значение энтропии Шеннона для соответствующей последовательности.

Пусть $\{U_j\}_{j=1}^N$ — монотонная (возможно нестрого монотонная) последовательность, элементы которой принимают n различных значений, где n, N — заданные натуральные числа для которых справедливо

соотношение $n \leq N$. Тогда если эти n различных значений элементов последовательности $\{U_j\}_{j=1}^N$ обозначить u_1, u_2, \dots, u_n , то последовательность $\{U_j\}_{j=1}^N$ удобно представить в виде таблицы 2, в которой m_j — это частота элемента u_j , $j = \overline{1, n}$, при этом таблицу 2 будем называть *рядом распределения монотонной последовательности* $\{U_j\}_{j=1}^N$.

Таблица 2

Ряд распределения монотонной последовательности $\{U_j\}_{j=1}^N$

u_j	u_1	u_2	...	u_n	$\sum_{j=1}^n$
m_j	m_1	m_2	...	m_n	N

Итак, элементы последовательности $\{u_j\}_{j=1}^n$, расположенные в первой строке таблицы 2, упорядочены по возрастанию, т. е. $u_1 < u_2 < \dots < u_n$; m_j — это частота u_j , т. е. количество повторений числа u_j в исходной монотонной последовательности $\{U_j\}_{j=1}^N$, поэтому m_1, m_2, \dots, m_n — это известные натуральные числа, для которых справедливо равенство $\sum_{j=1}^n m_j = N$.

Определение. Последовательностью Фишберна второго порядка будем называть монотонную последовательность $\{U_j\}_{j=1}^N$, заданную своим известным рядом распределения, при этом значения элементов этой последовательности вычисляются по формулам:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = \dots = U_{m_1} = u_1 = \frac{\hat{q}_1}{\sum_{j=1}^n \hat{q}_j \cdot m_j}, \\ U_{m_1+1} = \dots = U_{m_1+m_2} = u_2 = \frac{\hat{q}_2}{\sum_{j=1}^n \hat{q}_j \cdot m_j}, \\ \dots \\ U_{\sum_{j=1}^{n-1} m_{j+1}} = \dots = U_N = u_n = \frac{\hat{q}_n}{\sum_{j=1}^n \hat{q}_j \cdot m_j}, \end{array} \right.$$

где $\{\hat{q}_j\}_{j=1}^n$ — заданная последовательность Фишберна, которую будем называть *последовательностью Фишберна, производящей*

последовательность Фишберна второго порядка $\{U_j\}_{j=1}^N$.

Последовательностью Фишберна первого порядка будем называть строго монотонную последовательность Фишберна.

Таким образом, последовательность Фишберна второго порядка — это монотонная последовательность неотрицательных чисел, удовлетворяющих условию нормировки. Последовательности Фишберна первого порядка частный случай последовательностей Фишберна второго порядка, для которых все частоты равны единице, т. е. для ряда распределения которых справедливы равенства $m_1 = m_2 = \dots = m_n = 1$ и $n = N$. Если имеет место смешанная система предпочтений, то последовательности Фишберна второго порядка удобно использовать как оценку вектора весовых коэффициентов приоритета.

4. Разработан метод построения оценки распределения вероятностей возможных состояний экономической среды, учитывающих значимость предшествующих периодов времени для настоящего момента времени, с целью приведения обобщенной модели Марковица задачи поиска эффективного портфеля к классической модели Марковица.

Обобщенные модели Марковица задачи выбора эффективного портфеля в поле третьей ИС представляют собой задачи трехкритериальной оптимизации с дополнительными ограничениями для возможных значений вероятностей q_1, \dots, q_n . Модель задачи поиска эффективного портфеля в поле третьей ИС с простым линейным отношением порядка имеет следующий вид:

$$H(\mathbf{q}) = -\sum_{j=1}^n q_j \cdot \ln q_j \rightarrow \max_{\mathbf{q}}, \quad (1)$$

$$m_{\mathbf{x}} = \sum_{i=1}^k m_i \cdot x_i \rightarrow \max_{\mathbf{x}}, \quad (2)$$

$$\sigma_{\mathbf{x}}^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{l=1}^k c_{il} \cdot x_i \cdot x_l \rightarrow \min_{\mathbf{x}}, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^k x_i = 1, \quad (4)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, k}, \quad (5)$$

$$q_1 \leq q_2 \leq \dots \leq q_n, \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1, \quad (7)$$

$$q_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Модель задачи поиска эффективного портфеля в поле третьей ИС с частично усиленным линейным отношением порядка имеет следующий вид:

$$H(\mathbf{q}) = -\sum_{j=1}^n q_j \cdot \ln q_j \rightarrow \max_{\mathbf{q}}, \quad (9)$$

$$m_{\mathbf{x}} = \sum_{i=1}^k m_i \cdot x_i \rightarrow \max_{\mathbf{x}}, \quad (10)$$

$$\sigma_{\mathbf{x}}^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{l=1}^k c_{il} \cdot x_i \cdot x_l \rightarrow \min_{\mathbf{x}}, \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^k x_i = 1, \quad (12)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, k}, \quad (13)$$

$$\begin{cases} q_1 \leq q_2, \\ q_1 + q_2 \leq q_3, \\ \dots \\ q_1 + q_2 + \dots + q_{n-2} \leq q_{n-1}, \\ q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1} \leq q_n, \end{cases} \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1, \quad (15)$$

$$q_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \quad (16)$$

В поле третьей ИС, когда на основе вербальной (или статистической) информации можно на качественном уровне установить приоритетность состояний экономической среды, для приведения трехкритериальной задачи поиска эффективного портфеля к классической модели Марковица оценку распределения вероятностей состояний экономической среды можно найти на основе применения последовательностей Фишберна, в частности, обобщенных прогрессий Фишберна.

На практике в процессе формирования эффективного портфеля используются статистические данные о значениях норм прибыли рассматриваемых активов, наблюдавшиеся в прошлые периоды времени. Если инвестор считает, что ситуация, сложившаяся в текущий момент времени, предшествующий настоящему моменту времени, оказывает на нынешнюю ситуацию большее влияние, чем ситуация, сложившаяся в момент времени, непосредственно предшествующий текущему моменту времени, то это означает, что значения значимостей моментов времени подчиняются простому линейному отношению порядка, т. е. в этом случае как модель задачи поиска эффективного портфеля следует использовать задачу (1)–(8). А если инвестор считает, что ситуация, сложившаяся в

текущий момент времени, предшествующий настоящему моменту времени, оказывает на нынешнюю ситуацию не меньшее влияние, чем ситуации, сложившиеся в моменты времени, непосредственно предшествующие текущему моменту времени, вместе взятые, то это означает, что значения значимостей моментов времени подчиняются частично усиленному линейному отношению порядка, т. е. в этом случае как модель задачи поиска эффективного портфеля следует использовать задачу (9)–(16).

Окончательный выбор конкретной последовательности Фишберна, удовлетворяющей соответствующему отношению порядка, принадлежит лицу, принимающему решения: инвестор выбирает такую последовательность Фишберна, которая с его субъективной точки зрения (согласно его предпочтениям, имеющейся у него информации, его профессиональной квалификации, компетентности, опыта и интуиции) наилучшим образом соответствует имеющей место ситуации.

Рассмотрим следующую модельную ситуацию принятия решений о формировании эффективного портфеля. Имеются результаты наблюдений норм прибылей активов $k = 2$ видов за $n = 4$ периода:

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_{2 \times 4} = (r_{ij}) = \begin{pmatrix} 27,56 & -4,29 & 13,81 & 22,95 \\ 16,88 & 45,56 & 13,74 & 18,79 \end{pmatrix}. \quad (17)$$

Построить на критериальной плоскости $\sigma_0 m$ геометрические места точек, соответствующие допустимым и эффективным портфелям, для случаев, когда в качестве оценки распределения вероятностей состояний экономической среды (фондового рынка) используются последовательности Фишберна, порожденные производящими последовательностями, элементы которых являются константой (равной 1) и последовательными первыми числами Ферма, приведенные в таблице 1 под № 1 и 7.

В первом случае, когда как производящая последовательность используется константа, имеем следующие статистические данные:

показатели \ периоды	1	2	3	4
r_{1j}	27,56	-4,29	13,81	22,95
r_{2j}	16,88	45,56	13,74	18,79
\hat{q}_j	0,25	0,25	0,25	0,25

Ожидаемые нормы прибыли, соответствующие среднеквадратические отклонения (СКО), ковариация между соответствующими случайными величинами (СВ), характеризующими нормы прибыли активов, и соответствующий коэффициент парной корреляции в этом случае равны $m_1 \approx 15,01\%$, $m_2 \approx 23,74\%$, $\sigma_1 \approx 12,19\%$, $\sigma_2 \approx 12,72\%$, $c_{11} \approx -133,6305$ и $\rho = \rho_{11} \approx -0,8614$. Эти значения числовых характеристик позволяют найти

следующую структуру портфеля, обладающего наименьшим уровнем экономического риска: $\mathbf{x}^* = (x^*; 1 - x^*) = (0,5115; 0,4885)$. При этом ожидаемая норма прибыли этого портфеля равна $m_x^* \approx 19,27\%$, его СКО составляет $\sigma_x^* \approx 3,28\%$, а множество всех эффективных портфелей имеет следующий вид:

$$X_1^{\text{эфф.}} = \{ \mathbf{x} = (x; 1 - x) \mid 0 \leq x \leq x^* \approx 0,5115 \}.$$

Отметим на критериальной плоскости σ_x Om_x три точки (рис. 1): точки $A(\sigma_1; m_1) \approx (12,19; 15,01)$, $B(\sigma_2; m_2) \approx (12,72; 23,74)$, соответствующие однородным портфелям $\mathbf{e}_1 = (1; 0)$, $\mathbf{e}_2 = (0; 1)$, и точку $C(\sigma_x^*; m_x^*) \approx (3,28; 19,27)$, соответствующую найденному портфелю $\mathbf{x}^* = (x^*; 1 - x^*) = (0,5115; 0,4885)$, обладающему наименьшим уровнем экономического риска.

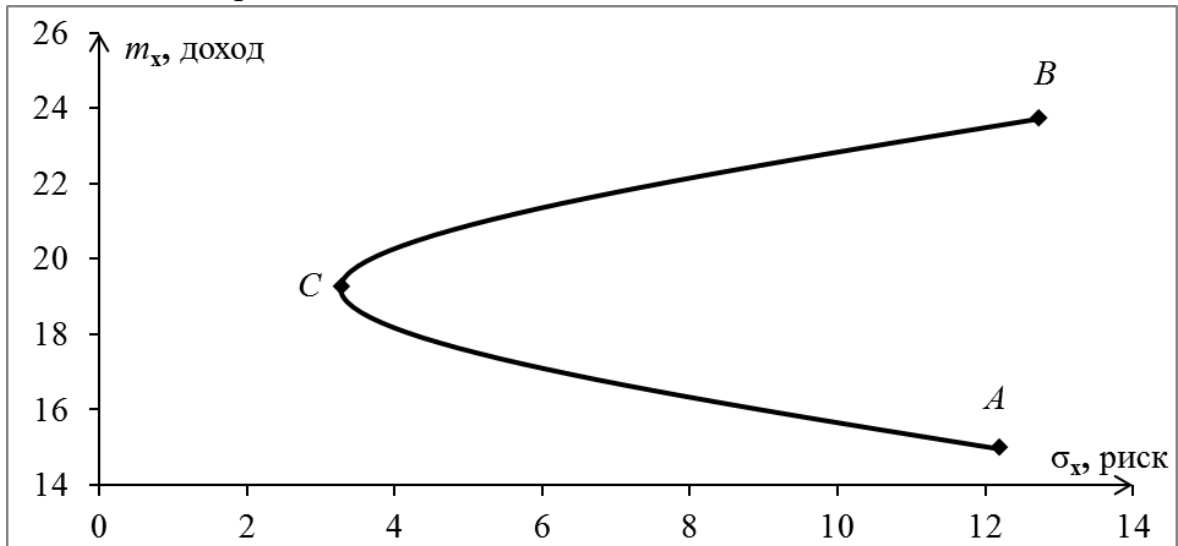


Рис. 1. Допустимые (гипербола ACB) и эффективные (дуга CB этой гиперболы) портфели для оценки распределения вероятностей последовательностью Фишберна, производящая последовательность которой — константа

Во втором случае, когда как производящая последовательность используется последовательность чисел Ферма, имеем следующие статистические данные:

показатели \ периоды	1	2	3	4
r_{1j}	27,56	-4,29	13,81	22,95
r_{2j}	16,88	45,56	13,74	18,79
\hat{q}_j	$\frac{3}{282}$	$\frac{5}{282}$	$\frac{17}{282}$	$\frac{257}{282}$

Ожидаемые нормы прибыли, соответствующие СКО, ковариация между соответствующими СВ, характеризующими нормы прибыли активов, и соответствующий коэффициент парной корреляции в этом случае равны $m_1 \approx 21,97\%$, $m_2 \approx 18,94\%$, $\sigma_1 \approx 4,18\%$, $\sigma_2 \approx 3,78\%$, $c_{11} \approx -10,0927$ и $\rho = \rho_{11} \approx -0,6398$. Сразу отметим, значения числовых характеристик имеющихся активов кардинально изменились, что наглядно отражено на рис. 2. Вычисленные значения числовых характеристик позволяют найти следующую структуру портфеля, обладающего наименьшим уровнем экономического риска: $\mathbf{x}^* = (x^*; 1 - x^*) = (0,4693; 0,5307)$. При этом ожидаемая норма прибыли этого портфеля равна $m_x^* \approx 20,36\%$, его СКО составляет $\sigma_x^* \approx 1,68\%$, а множество всех эффективных портфелей имеет следующий вид:

$$X_2^{\text{эфф.}} = \{ \mathbf{x} = (x; 1 - x) \mid x^* \approx 0,4693 \leq x \leq 1 \}.$$

Очевидно, справедливы включения множеств $X_1^{\text{эфф.}} \subset X$ и $X_2^{\text{эфф.}} \subset X$, но полученное во втором случае, когда как производящая последовательность используется последовательность чисел Ферма, множество $X_2^{\text{эфф.}} = \{ \mathbf{x} = (x; 1 - x) \mid x^* \approx 0,4693 \leq x \leq 1 \}$ всех эффективных портфелей кардинально отличается от множества $X_1^{\text{эфф.}} = \{ \mathbf{x} = (x; 1 - x) \mid 0 \leq x \leq x^* \approx 0,5115 \}$ всех эффективных портфелей, найденного в первом случае, когда как производящая последовательность использовалась константа.

Отметим на критериальной плоскости $\sigma_x Om_x$ три точки (рис. 2): точки $A(\sigma_1; m_1) \approx (4,18; 21,97)$, $B(\sigma_2; m_2) \approx (3,78; 18,94)$, соответствующие однородным портфелям $\mathbf{e}_1 = (1; 0)$, $\mathbf{e}_2 = (0; 1)$, и точку $C(\sigma_x^*; m_x^*) \approx (1,68; 20,36)$, соответствующую найденному портфелю $\mathbf{x}^* = (x^*; 1 - x^*) = (0,4693; 0,5307)$, обладающему наименьшим уровнем экономического риска.

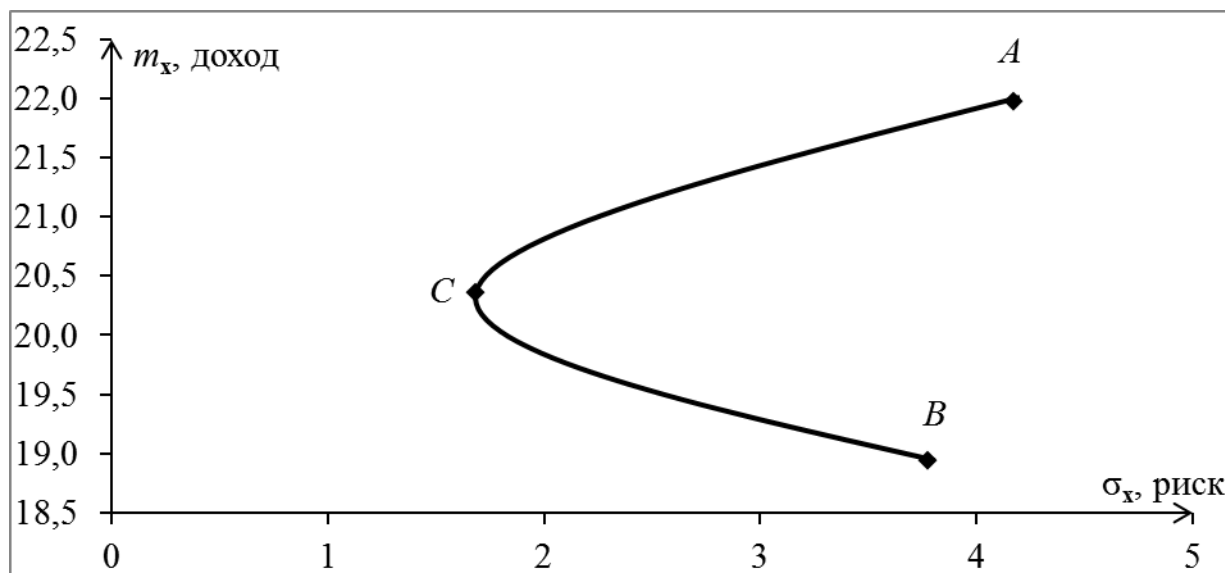


Рис. 2. Допустимые (гипербола $B C A$) и эффективные (дуга $C A$ этой гиперболы) портфели для оценки распределения последовательностью Фишберна, производящая последовательность которой — первые числа Ферма

Модельные ситуации, рассмотренные в работе, позволяют прийти к следующим выводам.

Во-первых, используемая оценка распределения вероятностей состояний экономической среды (фондового рынка) может существенно влиять на значения числовых характеристик активов и портфелей, а также на расположение на критериальной плоскости точек, соответствующих однородным портфелям.

Во-вторых, используемая оценка распределения вероятностей состояний экономической среды (фондового рынка) при выполнении определенных условий не влияет на структуру портфеля без риска с наибольшей доходностью среди всех безрисковых портфелей (для случая, если портфелей без риска более одного), а также на расположение на критериальной плоскости точки, соответствующей портфелю без риска с наибольшей доходностью (для случая, если портфелей без риска более одного).

В-третьих, используемая оценка распределения вероятностей состояний экономической среды (фондового рынка) может существенно влиять на вид множества эффективных портфелей и геометрического места точек критериальной плоскости, соответствующих множеству эффективных портфелей.

5. Предложены методы и модели применения последовательностей Фишберна для моделирования процессов принятия управленческих решений в экономике.

Применение последовательностей Фишберна в моделях с качественными факторами рассмотрим на примере математической модели риска банкротства предприятия, составленную на основании НКМ, называемую *BR-моделью* (от *Bankruptcy Risk*):

$$BR = \langle G; L; \Phi \rangle.$$

Здесь G — древовидная иерархия факторов, показатели которых характеризуют риск банкротства, причем сама эта иерархия описана ориентированным графом с одной корневой вершиной. Кроме того, в границах одного уровня иерархии граф не содержит петель, циклов, горизонтальных ребер. L — набор качественных оценок уровней каждого фактора в иерархии. Φ — система отношений предпочтения между факторами одного уровня иерархии.

Система отношений предпочтения между факторами Φ задается так:

$$\Phi = \{ F_i(\varphi) F_j \mid \varphi \in \{ \succ, \succ\succeq, \sim \} \},$$

где \succ — отношение предпочтения, $\succ\succeq$ — отношение усиленного предпочтения, \sim — отношение безразличия.

Результаты анализа с применением любой модели сильно зависят от применяемых в расчете систем отношений и весовых коэффициентов.

Проведение экономической оценки, когда на входе имеются количественные данные, основывается на применении моделей вычисления интегрального показателя.

Стандартная модель (схема) вычисления интегрированного комплексного показателя или комплексной оценки имеет структуру, представленную на рис. 3.

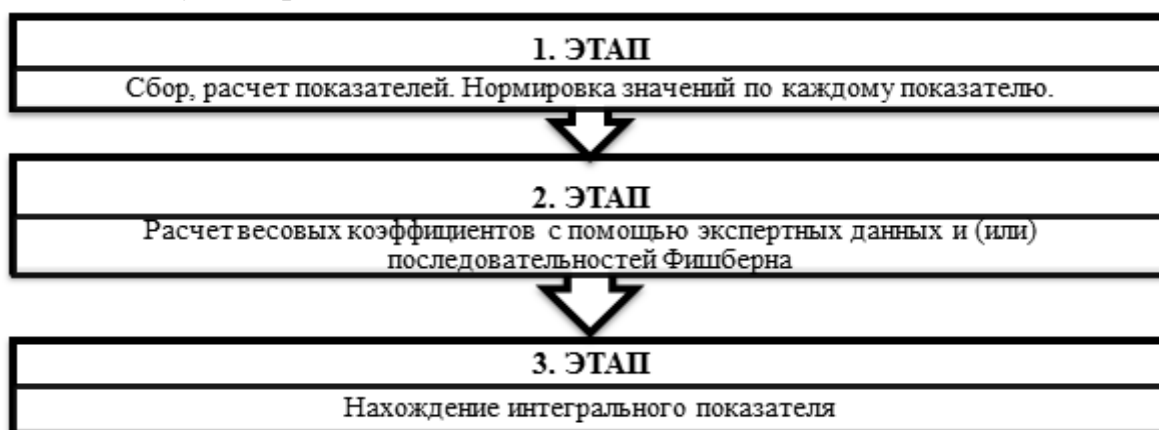


Рис. 3. Модель (схема) вычисления интегрального показателя

На втором этапе значения весов могут быть получены экспертным путем либо предложены ЛПР на основании имеющейся информации, его предпочтений и целей. Чаще применяются методы сравнения, упорядочивания, так называемые ранговые методы, при которых требуется упорядочить показатели с учетом оценки силы их воздействия. Рассматривая метод усиленного нестроого ранжирования, при котором допускается, что силы воздействия некоторых факторов совпадают, либо, наоборот, силы воздействия факторов значительно различаются, что следует отразить соответствующими значениями весовых коэффициентов, в частности, с помощью последовательностей Фишберна первого или второго порядков.

Применение последовательностей Фишберна в теоретико-игровых моделях обусловлено тем, что при теоретико-игровом моделировании экономики не для всех элементов платежной матрицы известны их точные истинные значения либо они неизвестны вообще, но известен (или можно определить) закон, по которому их возможно найти. В таких случаях необходимо применять неоклассические антагонистические игры. Кроме того, для расширения сферы применения антагонистических игр в экономико-математическом моделировании их целесообразно применять комбинированно со статистическими играми, а также совместно с теорией вероятностей, математической статистикой, теорией случайных процессов.

Применение игр для принятия управленческих решений в экономике должно начинаться с построения платежной матрицы, что является, во многих случаях, наиболее трудоемким этапом подготовки принятия решений. Для нахождения элементов платежной матрицы часто требуется оценить вероятности возможных состояний экономической среды.

Значения вероятностей могут быть оценены из имеющихся статистических данных, получены экспертным путем либо предложены ЛПР на основании имеющейся информации, его предпочтений и целей. В частности, данные значения могут быть элементами последовательности Фишберна первого или второго порядков.

Последовательности Фишберна играют роль полезного и важного способа, необходимого для выполнения соответствующего анализа в современных экономических исследованиях, а также для принятия управленческих решений, адекватных имеющей место ситуации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенное исследование позволяет прийти к следующим основным выводам диссертационной работы:

1. Анализ и систематизация существующих в теории принятия решений и управления вероятностно-статистических моделей показывают значимость использования вектора оценок вероятностей возможных состояний экономической среды или оценок неизвестных значений весовых коэффициентов экономических показателей.

2. Обобщенные прогрессии Фишберна, удовлетворяющие заданному линейному отношению порядка и условию максимизации значения энтропии Шеннона, целесообразно применять как оценки вероятностей, если неизвестна никакая иная информация. В диссертационной работе получено утверждение о максимизации значения энтропии Шеннона на множестве всех обобщенных геометрических прогрессий Фишберна, удовлетворяющих соответствующему частично усиленному линейному отношению порядка.

3. Последовательности Фишберна можно корректно применять и для оценки вероятностей экономической среды, и для оценки вектора весовых коэффициентов. В случае смешанной системы предпочтений для корректной оценки вектора весовых коэффициентов целесообразно применять последовательности Фишберна второго порядка.

4. Последовательность Фишберна, используемая как оценка распределения вероятностей состояний экономической среды для приведения обобщенной модели Марковица задачи выбора эффективного портфеля к классической модели Марковица, существенно влияет на вид (и на состав, и на структуру) множества эффективных портфелей.

5. Предложен метод применения последовательностей Фишберна в моделях с интегральным показателем, включающих качественные и количественные исходные данные, в теоретико-игровых моделях. Предлагаемые экономико-математические методы и модели применения последовательностей Фишберна представляют собой удобный инструментарий для принятия управленческих решений в условиях хаотичности, случайности, неопределенности, конфликтности и обусловленного ими экономического риска.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах из перечня ВАК рецензируемых научных изданий

1. Ремесник Е. С. О корректном применении обобщенных прогрессий Фишберна для принятия решений в экономике на основе принципа Гиббса–Джейнса / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Аудит и финансовый анализ. — 2017. № 5–6. — С. 568–581.
2. Ремесник Е. С. Последовательности, удовлетворяющие линейным отношениям порядка: применение в экономике и свойства / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Друкеровский вестник. — 2018. — № 1. — С. 44–58.
3. Ремесник Е. С. Зависимость множества эффективных портфелей от оценки распределения вероятностей экономической среды / Е. С. Ремесник // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. — 2018. — № 4 (45). — С. 165–173.
4. Ремесник Е. С. Применение последовательностей Фишберна в нечетком когнитивном моделировании / Е. С. Ремесник // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. — 2019. — № 1. — С. 160–167.
5. Ремесник Е. С. Применение последовательностей Фишберна для принятия решений о реализации инновационных проектов / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Друкеровский вестник. — 2020. — № 1. — С. 116–133.
6. Ремесник Е. С. Применение последовательностей Фишберна в когнитивных гибридных системах поддержки принятия решений / Е. С. Ремесник // Теория и практика общественного развития. — 2020. — № 6 (148). — С. 62–65.

Монографии и разделы в монографиях

7. Ремесник Е. С. Последовательности Фишберна и их применение в современной теории портфеля: монография / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник. — Симферополь : ИП Корниенко А. А., 2018. — 204 с.
8. Ремесник Е. С. Последовательности Фишберна и их применение в экономических исследованиях: монография / Е. С. Ремесник, А. В. Сигал. — Симферополь : ИП Корниенко А. А., 2019. — 188 с.

Статьи и доклады автора, опубликованные в сборниках научных трудов и материалов конференций

9. Ремесник Е. С. Обобщенные прогрессии Фишберна, задающие максимальное значение энтропии Шеннона / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем (АМУР-2017) сб. научных трудов XI Междунар. школы-симпозиума АМУР-2017 (Симферополь–Судак, 14–27 сентября 2017). — Симферополь: ИП Корниенко А. А., 2017. — С. 347–349.
10. Ремесник Е. С. Зависимость множества эффективных портфелей, допустимых в модели Марковица, от оценки распределения вероятностей

экономической среды / Е. С. Ремесник // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем (АМУР-2018): сб. науч. тр. XII Межд. школы-симпозиума АМУР-2018 (Судак, 14-27 сентября 2018). — С. 381–391.

11. Ремесник Е. С. Понятие энтропии в цифровой экономике / Е. С. Ремесник // Тенденции развития Интернет и цифровой экономики / Труды I Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Симферополь–Алушта, 29–31 мая 2018. — Симферополь : ИП Зуева Т. В., 2018. — С. 250–251.

12. Ремесник Е. С. Прогрессии Фишберна в теории принятия решений и управлении инвестиционными рисками / Е. С. Ремесник // Финансы России в условиях глобализации: материалы III Международной научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню финансиста – 2018». — Воронеж : ВЭПИ, 2018. — С. 258–263.

13. Ремесник Е. С. Системы весов для смешанных систем предпочтений / Е.С. Ремесник // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: тр. XVII междунар. науч.-практ. конф., (Симферополь–Гурзуф, 18–20 октября 2018). — С. 203–205.

14. Ремесник Е. С. Эффективное управление рисками в современной экономике / Е. С. Ремесник // IV научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В. И. Вернадского» / Сборник тезисов участников / Том 4. Институт экономики и управления / Симферополь, 2018. — С. 271–272.

15. Ремесник Е. С. Зависимость множества эффективных портфелей от применяемого закона распределения вероятностей / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Теория и практика экономики и предпринимательства / Труды Юбилейной XV Междунар. науч.-практ. конф. Симферополь–Гурзуф, 19–21 апреля 2018. — С. 66–70.

16. Ремесник Е. С. Роль прогрессий Фишберна в цифровой экономике / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Исследование, систематизация, кооперация, развитие, анализ социально-экономических систем в области экономики и управления (ИСКРА-2018): сборник трудов I Всероссийской школы молодых ученых, г. Симферополь – г. Судак, 2–7 октября 2018 г. / под общ. ред. В. М. Ячменевой. — Симферополь: ИТ "АРИАЛ", 2018. — С. 194–198.

17. Ремесник Е. С. Применение теории игр к оценке рисков информационной безопасности предприятия / Е. С. Ремесник // Проблемы информационной безопасности / Труды V Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Симферополь–Гурзуф, 14–16 февраля 2019. — Симферополь : ИП Зуева Т. В., 2019. — С. 161–163.

18. Ремесник Е. С. Применение последовательностей Фишберна в моделях с количественными факторами / Е. С. Ремесник // Теория и практика экономики и предпринимательства / Труды XVI Всеросс. с межд. участием науч.-практ. конф. Симферополь–Гурзуф. 18–20 апреля 2019. — Симферополь : ИП Зуева Т. В., 2019. — С. 210–212.

19. Ремесник Е. С. Применение прикладных программ, основанных на использовании последовательностей Фишберна, в процессе принятия

- управленческих решений / Е. С. Ремесник // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем (АМУР-2019): сб. науч. тр. XIII Всероссийской с международным участием школы-симпозиума АМУР-2019 (Судак, 14–27 сентября 2019). — Симферополь : ИП Корниенко А. А., 2019. — С. 329–332.
20. Ремесник Е. С. Применение теоретико-игровых моделей для оптимизации информационной безопасности предприятия / Е. С. Ремесник // Тенденции развития интернет и цифровой экономики / Труды II Всероссийская с международным участием научно-практическая конференции. Симферополь–Алушта, 30 мая – 1 июня 2019 год. — Симферополь : ИП Зуева Т. В., 2019. — С. 227–228.
21. Ремесник Е. С. Пример применения последовательностей Фишберна в процессе принятия управленческих решений / Е. С. Ремесник // Финансы России в условиях глобализации: материалы IV Международной научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню финансиста – 2019». — Воронеж : ВЭПИ, 2019. — С. 140–144.
22. Ремесник Е. С. Обзор современных исследований в области принятия управленческих решений в условиях неопределенности и риска / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // V научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В. И. Вернадского» / Сборник тезисов участников / Секция «Бизнес-информатика и математическое моделирование» // Симферополь, 2019. — С. 36–37.
23. Ремесник Е. С. Оценка вектора весовых коэффициентов / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Системный анализ и информационные технологии: Труды Восьмой Международной конференции САИТ-2019 (8–14 июля 2019, Иркутск). — С. 478–486.
24. Ремесник Е. С. Точечные оценки Фишберна и их обобщения / А. В. Сигал, Е. С. Ремесник // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: труды Междунар. науч. школы МАБР-2019 (Санкт-Петербург, 19–21 июня 2019). — С. 85–92.
25. Ремесник Е. С. Применение последовательностей Фишберна в теоретико-игровых моделях / Е. С. Ремесник // Инженерные технологии для устойчивого развития и интеграции науки, производства и образования (к 15-летию Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского»). В 4 т.: матер. Междунар. научно-практ. конф.; ФГБОУ ВО «ТГТУ», 29–30 мая 2019 г. — Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. — С. 177–181.
26. Remesnik E. S. Application of Fishburn Sequences in Economic and Mathematical Modeling / A. V. Sigal, E. S. Remesnik // Advances in Economics, Business and Management Research / International Scientific Conference "Far East Con" (ISCFEC 2020). — 2020, Vol. 128. — P. 2733–2737.