

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ТАМОЖЕННЫЙ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ

МОНОГРАФИЯ



Государственное казенное образовательное учреждение
высшего образования
«Российская таможенная академия»

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ТАМОЖЕННЫЙ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ

Монография

Москва
2015

УДК 658.012
ББК 65.012.121
Э40

Авторский коллектив:

В.Г. АНИСИМОВ, профессор кафедры информационных систем в экономике и менеджменте Санкт-Петербургского политехнического университета, д-р техн. наук, профессор (введение, гл. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, заключение);

Е.Г. АНИСИМОВ, директор Научно-исследовательского института Российской таможенной академии, д-р воен. наук, д-р техн. наук, профессор (гл. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9);

Р.Ф. АРСЛАНОВ, начальник отдела исследования проблем в теории и практике товарной номенклатуры, экспертизы и торговых ограничений Научно-исследовательского института Российской таможенной академии, канд. воен. наук, доцент (гл. 8, 9);

А.П. АРСЛАНОВА, доцент кафедры таможенного дела Института дистанционного обучения, переподготовки и повышения квалификации Российской таможенной академии, канд. экон. наук, доцент (гл. 9);

Е.М. БОГОЕВА, научный сотрудник Научно-исследовательского института Российской таможенной академии (гл. 6, 7, 8);

В.И. ГОЛОСКОКОВ, начальник Уральского таможенного управления ФТС России (гл. 9);

Н.Г. ЛИПАТОВА, начальник отдела исследования проблем в теории и практике таможенного контроля Научно-исследовательского института Российской таможенной академии, канд. техн. наук, доцент (гл. 6, 7, 8);

В.В. ПОПОВ, заместитель директора Научно-исследовательского института Российской таможенной академии, канд. воен. наук, старший научный сотрудник (гл. 1);

Т.Н. САУРЕНКО, заведующий кафедрой таможенного дела Российского университета дружбы народов, д-р экон. наук, доцент (гл. 6, 7);

А.В. ТЕБЕКИН, проректор по научной работе Российской таможенной академии, д-р экон. наук, д-р техн. наук, профессор (гл. 1, 2)

Рецензенты:

А.Я. ЧЕРНЫШ, профессор кафедры экономики таможенного дела Российской таможенной академии, д-р воен. наук, профессор;

А.М. НИКОНОВ, профессор кафедры стратегии Военной академии Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации, д-р экон. наук, профессор

Экономический и таможенный риск-менеджмент: монография / коллектив авторов; под общей редакцией Е.Г. Анисимова, В.Г. Анисимова. М.: РИО Российской таможенной академии, 2015. 180 с.

ISBN 978-5-9590-0854-3

Монография посвящена основам экономического и таможенного риск-менеджмента. В ней с единых методологических позиций рассмотрены сущность и особенности риск-менеджмента в экономике и таможенном деле. Приведены методы формирования и оценивания эффективности управленческих решений в сфере экономического и таможенного риск-менеджмента.

Изложенные материалы могут быть полезны специалистам, занимающимся вопросами управления в экономике и таможенном деле, а также студентам, магистрантам, аспирантам, докторантам и преподавателям экономических специальностей высших учебных заведений.

ВВЕДЕНИЕ

Особенность управления в экономике состоит в неполной предсказуемости результатов реализации тех или иных управляющих воздействий. Она обусловлена:

- отсутствием или невозможностью обработки всей необходимой для формирования управляющих воздействий информации;
- противодействием процессу функционирования экономической системы со стороны конкурирующих систем;
- непрогнозируемым влиянием институциональных факторов;
- влиянием природных, экологических и других факторов;
- во многом непредсказуемым поведением людей, являющихся как субъектами, так и объектами управления в экономических системах.

Все это приводит к риску недостижения поставленных целей. Без его учета эффективно управлять экономическими системами не представляется возможным. Учет рисков при управлении является основной задачей экономического риск-менеджмента. Ее решение невозможно без разработки соответствующего научно-методического аппарата. Вместе с тем, несмотря на огромное количество публикаций, посвященных риск-менеджменту, создание такого аппарата еще далеко от завершения. Особенно ярко это проявляется в управлении таможенным делом как составляющей управления экономикой отдельных государств и их объединений.

Задачи настоящей работы состоят в следующем:

- обобщение существующих взглядов на экономический риск-менеджмент;
- изложение их в компактной, удобной для ознакомления форме;
- определение направлений дальнейшего развития научно-методического аппарата экономического риск-менеджмента;
- выявление особенностей таможенного риск-менеджмента и определение концептуальных, методологических и методических основ их учета при управлении таможенным делом.

При отборе материала, обеспечивающего решение этой задачи, авторы пытались соблюсти чувство меры между полнотой описания и общностью формулировок.

1. СУЩНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

1.1. СУЩНОСТЬ МЕНЕДЖМЕНТА

Благо везде и повсюду зависит от соблюдения двух условий:

- правильного установления конечной цели;
- отыскания соответствующих средств, ведущих к цели.

Аристотель

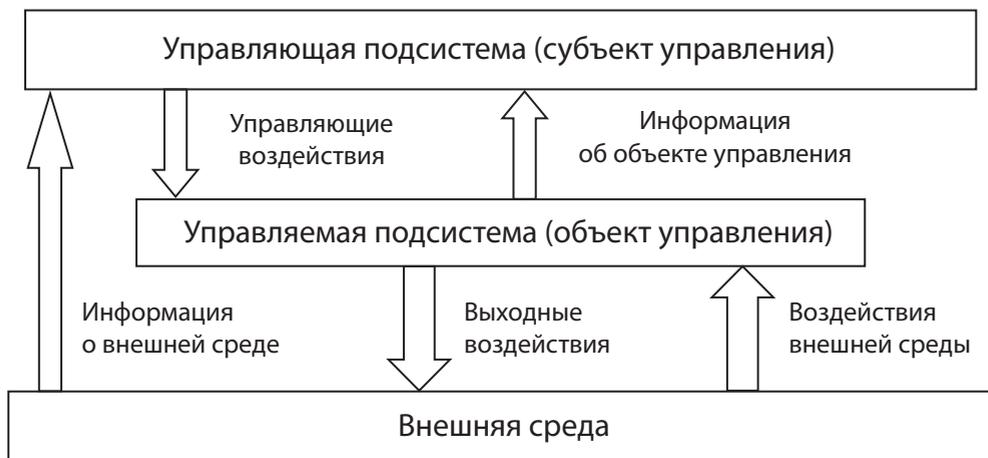
Начиная изложение взглядов на современный экономический риск-менеджмент, последуем совету мудрых (см. эпиграф) и попытаемся дать определение базовым для нас категориям: «менеджмент» и «риск-менеджмент» применительно к экономике.

Эти термины прочно укрепились в русском языке в конце XX столетия. В настоящее время трудно найти вуз, в котором бы не преподавались дисциплины «менеджмент» и «риск-менеджмент». Значит ли это, что люди, использующие указанные термины, говорят об одном и том же? Анализ многочисленной литературы по вопросам менеджмента и риск-менеджмента свидетельствует об обратном. Это обусловлено тем, что большинство литературных источников по менеджменту и риск-менеджменту представляют собой переводы, причем далеко не всегда удачные. Термин «менеджмент» имеет специфически американское происхождение. Он не трактуется однозначно даже в классическом английском языке британских островов, не говоря уже о русском. Так, оксфордский словарь английского языка определяет менеджмент как способ, манеру общения с людьми; власть; искусство управления; особого рода умение и административные навыки; орган управления; административную единицу.

Еще более неоднозначен термин «риск-менеджмент». Если взять наудачу десять книг по риск-менеджменту, то, почти наверное, в них окажется не менее восьми различных его определений. Все это не способствует ни развитию научных направлений, определяемых рассматриваемыми терминами, ни подготовке в учебных заведениях квалифицированных менеджеров.

Для выявления объема и содержания понятий, определяемых терминами «менеджмент» и «риск-менеджмент», рассмотрим их эволюцию.

Менеджмент как направление деятельности людей появился одновременно с возникновением сознательного труда. Уже в тот момент люди столкнулись с необходимостью распределения произведенных в процессе труда экономических благ. Если пользоваться современной терминологией, эта деятельность составляла суть первобытного менеджмента. По мере развития общества труд усложнялся. Это в свою очередь вызвало необходимость специализации трудовой деятельности. Возникло горизонтальное разделение труда. Одни добывали и поставляли сырье, другие формировали элементы изделий. Третьи специализировались на завершении изготовления изделий. Четвертые обменивали готовые изделия на другие материальные блага и обеспечивали ими остальных участников рассмотренного процесса. Необходимость согласования действий всех указанных участников трудового процесса привела к вертикальному разделению труда. В частности при этом выделились специалисты по организации производства, распределения и обмена товаров и услуг – менеджеры. По мере развития производства труд менеджеров непрерывно усложнялся. Рос арсенал методов формирования и оказания управляющих воздействий. Это обусловило необходимость их теоретического осмысления, систематизации, выделения общих понятий, законов, закономерностей и принципов менеджмента. Так зарождалась теория менеджмента. Ее формирование начиналось в рамках общей теории управления. В ней целенаправленные системы любой природы (кибернетические системы), функционирующие в некоторой внешней среде, представлялись в виде двух взаимосвязанных прямыми и обратными связями подсистем: управляющей и управляемой (см., например, рис. 1.1) [1].



Р и с . 1.1. Принципиальная схема кибернетической системы

Управление заключалось в формировании и оказании управляющей подсистемой информационных и (или) энергетических воздействий на управляемую подсистему с целью ее перевода в состояние, определяемое поставленной целью.

По мере накопления знаний по управлению экономическими системами теория менеджмента выделилась в самостоятельную область теории управления. Термин «менеджмент» для обозначения деятельности по управлению экономическими системами и обеспечивающей ее самостоятельной области знаний впервые использован Г. Тауном (1844–1924 гг.) в конце XIX столетия на ежегодном собрании Американского общества инженеров-механиков. Следовательно, **менеджмент** – не что иное, как теория и практика управления специфическим классом систем – экономическими системами¹.

Описание процедуры менеджмента предполагает получение четких ответов на следующие вопросы [2].

1. Что из себя представляет управляемая подсистема (см. рис. 1.1), то есть что является объектом менеджмента?

2. Кто управляет рассматриваемым объектом, то есть кто является субъектом менеджмента?

3. Какова цель управления?

4. Каков механизм формирования и оказания воздействий управляющей подсистемы на управляемую?

В экономике в качестве объектов управления принято выделять макро- и микроэкономические системы². **Макроэкономические системы** включают мировую экономику как единую систему и составляющие ее взаимосвязанные национальные экономики.

Каждая национальная экономическая система объединяет все находящиеся под юрисдикцией соответствующего государства производственные, транспортные, торговые предприятия, инновационные фирмы, домашние хозяйства, инвестиционные, кредитные, финансовые учреждения и т.д., а также обслуживающие и регулирующие их деятельность информационные, юридические и другие государственные и общественные системы.

Микроэкономические системы представляют собой отдельные элементы национальной экономической системы. Несмотря на существенные различия этих элементов, они имеют нечто общее.

Во-первых, микроэкономические системы относятся к целенаправленным социальным системам.

Во-вторых, их ключевым моментом являются взаимоотношения людей в ходе выполнения тех или иных действий, необходимых для достижения целей системы в целом.

¹ В настоящее время термин «менеджмент» часто трактуют в более широком смысле – как управление любыми социальными системами (в том числе и экономическими).

² Некоторые авторы выделяют мегаэкономическую систему – мировую экономику в целом, макроэкономические системы – экономики отдельных государств, мезоэкономические системы – отдельные отрасли экономики государства и микроэкономические системы – отдельные предпринимательские единицы. См., например, [20].

В-третьих, деятельность микроэкономических систем заключается в производстве, распределении, обмене и потреблении тех или иных экономических благ или в обеспечении процессов их производства, распределения, обмена и потребления.

В связи с рассмотренным делением экономических систем можно выделить макро- и микроэкономический менеджмент.

Макроэкономический менеджмент представляет собой теорию и практику управления макроэкономическими системами в целом.

Теория макроэкономического менеджмента составляет важнейшую часть макроэкономики – раздела экономической теории, занимающейся исследованием закономерностей развития экономики в целом. Она относится к классу общественных наук, сочетает признаки как вербальных (описательных) так и точных теорий.

Объектами управления в макроэкономическом менеджменте являются макроэкономические системы.

Субъектом управления в макроэкономическом менеджменте является государство в лице законодательных и исполнительных органов государственной власти, а также органы экономического управления, созданные группой государств на основе взаимных договоренностей.

Цель макроэкономического менеджмента состоит в рациональном распределении ограниченных человеческих, природных и производственных ресурсов для удовлетворения текущих потребностей людей, дальнейшего экономического роста и экономической безопасности государства в целом.

Механизм формирования и оказания воздействий управляющей подсистемы на управляемую в макроэкономическом менеджменте зависит от установленной в том или ином государстве степени контроля правительства над экономикой. При этом на одном полюсе находится полностью плановая экономика, на противоположном – экономика полностью свободного рынка.

В *полностью плановой экономике* государство планирует [3]:

1) распределение ресурсов между текущим потреблением и инвестированием в будущее развитие. При этом, частично жертвуя объемом текущего потребления, государство может увеличить темпы экономического роста;

2) выпуск продукции каждой отраслью и фирмой, применяемые технологии, необходимые ресурсы и т.п.;

3) распределение продукции между потребителями напрямую – путем применения системы нормирования или опосредованно – через распределение денежных доходов и регулирование цен.

Потенциально такая экономика наиболее эффективна. Однако на практике реализовать ее преимущества пока не удалось. Основные причины этого состоят в следующем.

1. Чем сложнее и крупнее экономическая система, тем труднее сбор и анализ необходимой для управления информации и тем сложнее процедура планирования всех ее составляющих.

2. Крайне сложно установить цены, отражающие относительную редкость ресурсов. Если же цены установлены произвольно, то невозможно спланировать эффективное использование ресурсов.

3. У производителей нет стимулов к повышению качества продукции, повышению производительности труда.

4. Полный контроль государства над распределением ресурсов ограничивает личную свободу граждан. Работники ограничены в выборе места работы. Потребители ограничены в выборе необходимых товаров.

5. Если государство полностью контролирует производство, но оставляет свободу выбора граждан при покупке товаров, то неизбежно возникают излишки одних товаров и дефицит других, что в конечном счете приводит к нестабильности экономической системы.

В *экономике полностью свободного рынка* земля и капитал находятся в частной собственности. Все экономические решения принимаются домохозяйствами и фирмами, которые действуют в своих собственных интересах. При этом фирмы стремятся к максимизации прибыли. Потребители стремятся получить максимальную выгоду при покупках. Работники стремятся к максимизации своей заработной платы относительно уровня затрат труда в той или иной сфере.

Предполагается, что:

1) фирмы свободны в выборе, что производить и продавать, какие технологии производства использовать;

2) потребители свободны в выборе, что покупать на свои доходы;

3) работники свободны в выборе, где и сколько работать.

Окончательные решения, формирующие спрос и предложение, передаются от фирм домохозяйствам и в обратном направлении через их воздействие на цены. Цены реагируют на дефицит и излишек. При дефиците они растут, а при излишке – падают.

Преимущество такой экономики состоит в том, что она функционирует автоматически. Отсутствует необходимость содержания дорогостоящей бюрократической системы для координации экономических решений на макроэкономическом уровне.

В действительности, однако, рынки не обеспечивают максимальную эффективность распределения редких ресурсов. Это обусловлено следующими обстоятельствами:

1) стремление выжить в условиях свободного рынка ведет к укрупнению фирм;

2) естественное укрупнение фирм ограничивает свободную конкуренцию. На рынки выходят монополисты. Они навязывают свои условия, что неизбежно ведет к несостоятельности рынка;

3) слияние власти и монополий еще больше ограничивает свободную конкуренцию и усиливает несостоятельность рынка;

4) несостоятельность рынка ведет к резкому обогащению одних слоев населения и относительному обнищанию других, что в конечном счете приводит к нестабильности общества и макроэкономической нестабильности.

Таким образом, на практике как полностью плановая экономика, так и экономика полностью свободного рынка являются неэффективными и в конечном счете приводят к макроэкономической нестабильности. Вместе с тем общество не может длительное время находиться в таких неблагоприятных условиях и принимает различные меры для стабилизации экономики. Это приводит к появлению смешанных экономик, в которых имеют место как рынок, так и та или иная степень государственного контроля.

Микроэкономический менеджмент представляет собой теорию и практику управления микроэкономическими системами.

Теория микроэкономического менеджмента входит в состав микроэкономики – раздела экономической теории, изучающего поведение отдельных экономических агентов в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических благ (товаров и услуг). Она также относится к классу общественных наук, но в большей степени, чем макроэкономический менеджмент, опирается на эмпирическую базу и содержит более выраженные признаки точных наук.

Объектами микроэкономического менеджмента являются отдельные фирмы, домохозяйства и другие экономические агенты.

Субъектами микроэкономического менеджмента являются управленцы (менеджмент) фирм и других экономических агентов (микроэкономических систем).

Цель управления в микроэкономике в рыночных условиях, как правило, состоит в получении максимальной прибыли от использования имеющихся у экономического агента ресурсов. Вместе с тем в отдельные периоды функционирования микроэкономических систем могут преследоваться и другие цели, например захват и удержание рынков сбыта, обеспечение гомеостаза и т.п.

1.2. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСКА И ПОНЯТИЕ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Ни одного великого дела не совершено
нерешительными людьми, стремящимися
к обеспеченному успеху.

Дж. Элиот

Характерной чертой практики управления как макро-, так и микроэкономическими системами является неполная предсказуемость результатов управленческих воздействий. Она обусловлена тем, что функционирование этих систем осу-

ществляется во внешней среде, не управляемой их менеджментом (см. рис. 1.1), в то время как состояние среды существенно влияет на результаты функционирования рассматриваемых систем. Кроме того, внутренние характеристики экономических систем вследствие их многообразия не всегда могут быть в полном объеме учтены при формировании управляющих воздействий. Следствием является возможность несоответствия достигнутого результата функционирования системы ожидаемому. Категория «**экономический риск**» отражает эту возможность. Таким образом, риск вообще и экономический риск в частности связывается с *возможной*, а не *со свершившейся* или однозначно грядущей опасностью. Следовательно, говорить о риске можно только в прогностическом отношении. *Если никакой прогноз не возможен, то нет и проблем с риском.*

Риск связан с опасностью. Опасность – это чисто человеческое понятие. Без субъекта, точно знающего, что хорошо, а что плохо, нельзя определить наличие опасности. В этом смысле *риск всегда субъективен*. Риск может быть только в случае осознанного поведения субъекта, включающего творческий акт определения целей и формирования рациональных средств и способов их достижения [4].

Вместе с тем риск всегда связан с определенной деятельностью, с реальным процессом. Он имеет объективную природу и представляет собой нормальное состояние окружающего нас мира в целом и экономики в частности. В этом контексте *риск является естественно-научной категорией.*

Объективный характер риска отражен в классической теории экономического риска. Ее начало заложено в опубликованной посмертно в 1755 г. работе Р. Кантильона «Эссе о природе торговли вообще». В ней впервые введено понятие предпринимательства. Причем под предпринимателем Р. Кантильон подразумевает человека, действующего в условиях *риска*: он использует неопределенность экономической конъюнктуры, которая вытекает из непостоянства рыночного спроса и предложения, для извлечения прибыли, то есть покупает товар по известной цене, а продает по неизвестной.

Становление классической теории экономического риска связано с работами представителей ранней классической политэкономии Д. Рикардо [5], А. Смита [6] и Дж. Милля [7]. В них впервые применяется сам термин «риск». Так, согласно их мнению прибыль должна содержать вознаграждение за риск. При этом риск трактуется как математическое ожидание потерь, которые могут произойти в результате реализации выбранного управленческого решения.

В целом в классической теории риск определяется как *возможность потерь* из-за выбора того или иного управленческого решения [8]. Причиной же риска является наступление какого-либо неблагоприятного события, влияющего на результат функционирования управляемой экономической системы. Причем менеджер не может повлиять на возможность наступления этого события. Он может лишь учесть такую возможность и снизить потери.

Принятое в классической теории определение риска не учитывает другую его трактовку, применяемую в обыденной жизни. Так, в словаре русского языка

С.Н. Ожегов определяет риск как действие наудачу в надежде на счастливый исход. Этот аспект категории «риск» учли А. Маршалл и А. Пигу в 30-е годы в *неоклассической теории* экономического риска. В соответствии с ней риск – это возможность *как потерь, так и выигрыша* при реализации того или иного управленческого решения [9]. В качестве причины риска представители неоклассической теории по-прежнему рассматривали возможность наступления какого-либо события, влияющего на результат функционирования управляемой экономической системы, но не зависящего от ее менеджмента. Однако в множество таких событий они включали как неблагоприятные, так и благоприятные для системы события. Причины этих событий в неоклассической теории объединены в три группы: *незнание, случайность и противодействие*.

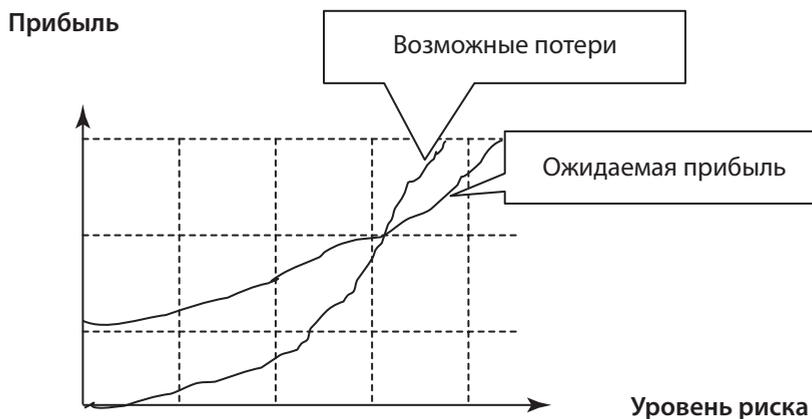
Таким образом, как в классической, так и в неоклассической теориях категория «экономический риск» отражает возможность несоответствия достигнутого результата функционирования системы ожидаемому. Причем эта возможность обусловлена теми или иными событиями, не зависящими от менеджмента. Различие же состоит в том, что в классической теории к риску относят только отклонения в сторону ухудшения результата в сравнении с ожидаемым, а в неоклассической – как ухудшение, так и улучшение результатов функционирования экономической системы. При этом в обеих теориях неявно (на уровне применяемых методов оценивания рисков) полагается, что события, обуславливающие рассматриваемые отклонения, носят стохастический характер (обладают статистической устойчивостью). Однако такая устойчивость наблюдается далеко не всегда. Впервые на необходимость учета этого обстоятельства обратил внимание Ф. Найт в опубликованной в 1921 г. докторской диссертации «Risk, Uncertainty and Profit» («Риск, неопределенность и прибыль») [10]. Он предложил выделять:

- 1) априорную вероятность – абсолютную однородную классификацию случаев, во всем идентичных (за исключением действительно случайных факторов);
- 2) статистическую вероятность – вероятность, не вычисляемую с помощью априорных вычислений, основанную на эмпирической классификации случаев;
- 3) оценки – вероятность, связанная с невозможностью классификации ситуаций вследствие их уникальности или недостатка статистических данных для классификации.

Для обозначения априорной и статистической вероятности Ф. Найт предложил применять термин «*риск*», а для оценок – «*неопределенность*».

Таким образом, *неопределенность*, по Найту, относится к экономическим процессам, для которых невозможна классификация ситуаций (априорное или статистическое присвоение вероятностей классам ситуаций), риск же характеризует вероятность экономической ситуации, которую можно определить на основе априорных вычислений либо прогнозировать путем статистической обработки накопленных эмпирических данных. В этом аспекте риск выступает как способ снятия неопределенности.

Ф. Найт и представители как классической, так и неоклассической теории, несмотря на указанные различия подходов, рассматривали только объективные аспекты экономического риска. Применяемые ими показатели и критерии не учитывали личное отношение к риску лица, принимающего решение (менеджера). Впервые на необходимость такого учета указал ученик А. Маршалла Дж. М. Кейнс [11]. Он связал рисковое решение с психологическими характеристиками менеджера. Важность учета этих характеристик наглядно отображает рис. 1.2.



Р и с . 1.2. Зависимость ожидаемой прибыли и возможных потерь от уровня риска

Из него, в частности, следует, что менеджер, избегающий рискованных решений, становится опасным для фирмы. Он обрекает ее на потерю прибыли. С другой стороны, чрезмерно рискующий менеджер не менее опасен, поскольку его действия могут повлечь существенные потери. Задача менеджера – осуществить разумный в сложившейся обстановке выбор между Сциллой и Харибдой, то есть между чрезмерной осторожностью и недопустимым риском.

Взгляды Дж. М. Кейнса и его последователей мы будем называть *усовершенствованной неоклассической теорией экономического риска*.

В целом к середине XX столетия в экономической науке сложились три взаимодополняющих подхода к определению категории «экономический риск»:

- классическая теория экономического риска;
- неоклассическая теория экономического риска;
- усовершенствованная неоклассическая теория экономического риска.

В работах современных экономистов эти подходы либо применяются в чистом виде, либо в той или иной мере объединяются. Например, Б. Райзберг [12] склонен к классической теории экономического риска. И. Балабанов [13], М. Лапушта и Л. Шаршукова [14], А. Шоломицкий [15] в основном придерживаются неоклассического взгляда на категорию экономического риска. В. Абчук [16], А. Альгин [17] и А. Шапкин [4] склонны к объединению всех трех подходов. В частности, в [17] риск определяется как деятельность, связанная с преодолением неопреде-

ленности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели.

Таким образом, несмотря на столь длительное развитие представлений о риске, единого понимания этой основополагающей категории нет. Его отсутствие объясняется многоаспектностью понятия «риск». Вследствие этой многоаспектности давать единое определение – задача неблагодарная. В категории «риск» много субъективизма. Каждый использующий ее привносит немного личностного представления, определенные нюансы своей профессиональной деятельности. Поэтому даже самое длинное определение не может отразить все оттенки рассматриваемой категории. Выход – выделение единства в разнообразии определений и прямое указание специфики содержания понятия «риск» в той или иной конкретной ситуации.

Единство состоит в том, что:

- 1) риск присущ любой целенаправленной деятельности;
- 2) риск обусловлен возможностью наступления тех или иных (неблагоприятных или благоприятных) не зависящих от менеджмента событий;
- 3) величина риска определяется характером деятельности и условиями (внешними и внутренними) ее осуществления;
- 4) риск является прогностической характеристикой деятельности;
- 5) риск появляется только при наличии необходимости выбора того или иного из альтернативных способов действий;
- 6) в основе представления о риске лежат процессы целеполагания и целеосуществления;
- 7) выбор того или иного способа действий (формирование управляющего воздействия, обеспечивающего возможность достижения цели) связан с определенным риском недостижения цели и осуществляется исходя из личного отношения ответственного лица к приемлемости того или иного риска.

Специфика рассматриваемой категории «риск» отражает черты реальной деятельности, в рамках которой она применяется.

Таким образом, при исследовании проблем экономического риска во избежание недоразумений необходимо четко указывать специфику содержания понятия «риск» в рассматриваемой ситуации.

Следующим подлежащим определению понятием является **«риск-менеджмент»**. Обычно его трактуют как управление рисками [13, 18, 19, 20]. Однако такая трактовка неудачна. Действительно, риск объективно присущ любой целенаправленной деятельности, а его величина в рамках выбранного способа осуществления деятельности *не может быть изменена*, так как определяется наступлением не зависящих от менеджмента событий. Следовательно, более корректно говорить об управлении той или иной деятельностью с учетом риска. Менеджмент управляет не рисками как таковыми, а только их последствиями для экономической системы.

В соответствии с принятым в пп. 1.1 делением экономических систем на макро- и микроэкономические следует различать макроэкономический и микроэкономический риск-менеджмент.

Под **макроэкономическим риск-менеджментом** будем понимать теорию и практику управления макроэкономическими системами в целом с учетом риска.

Под **микроэкономическим риск-менеджментом** будем понимать теорию и практику управления микроэкономическими системами с учетом риска.

Такой подход к риск-менеджменту шире традиционного. При традиционном подходе полагается, что управление риском является самостоятельным видом профессиональной деятельности. Им занимаются только профессиональные институты специалистов, страховые компании, а также менеджеры по риску. Это обосновывается спецификой применяемых в этой сфере методов анализа и определенными особенностями управляющих воздействий. Вместе с тем выделение риск-менеджмента в самостоятельный вид деятельности и его отрыв от управления той или иной экономической системой в целом нарушает принцип системности управления. Такой отрыв может привести к ошибкам в управлении и в конечном счете к недостижению целей управления экономической системой [21, 22, 23].

Управление (менеджмент) и риск – взаимосвязанные компоненты любой экономической системы. Уже само управление, если оно осуществляется недостаточно корректно или потеряно вовсе, становится источником риска. Наглядным примером влияния потери управления на макроэкономическом уровне на риски микроэкономических систем служит российская экономика 90-х годов XX столетия. В этот период тотального риска выжили предприниматели либо близкие к власти, либо способные принимать и реализовывать нестандартные *рискованные* решения, гибко менять тактику и даже стратегию производства, коммерции и маркетинга, находить и прогнозировать новые ниши на рынке [24].

Однако в риск-менеджменте нельзя полагаться только на интуицию. Необходима соответствующая методология и научно обоснованные методы формирования решений по управлению. Такую методологию и методы дает теория риск-менеджмента. Она является синтетической наукой и опирается как на достижения чисто экономической науки, так и на системный анализ, кибернетику, теорию вероятностей, теорию нечетких множеств и т.п.

Как в макро-, так и в микроэкономическом менеджменте причиной риска является возможность наступления того или иного благоприятного или неблагоприятного события из некоторого множества событий, влияющих на конечный результат функционирования соответствующей экономической системы. При этом, если учитываются возможности наступления только неблагоприятных событий и известны соответствующие вероятностные показатели возможностей их наступления, имеет место *классическая теория* макро- или микроэкономического *риск-менеджмента*.

Если же учитывается и возможность наступления благоприятных событий, то имеет место *неоклассическая теория* макро- или микроэкономического *риск-менеджмента*.

В случае отсутствия вероятностных показателей возможности наступления благоприятных и неблагоприятных событий имеет место *усовершенствованная неоклассическая теория* макро- или микроэкономического *риск-менеджмента*.

В современном риск-менеджменте все эти теории тесно переплетены и, как правило, не разграничиваются.

1.3. ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЕ РИСКОВ

Чувства не обманывают.

Обманывают составленные по ним суждения.

Гете

Функционирование экономических систем в обобщенном виде представляет собой деятельность людей по преобразованию ограниченных ресурсов в те или иные экономические блага. Основной особенностью их функционирования является то, что люди в них выступают и ресурсами, и субъектами, и объектами управления. Как субъект управления человек гораздо сложнее любого автоматического регулятора. Его жизнь не исчерпывается функциями, выполняемыми на рабочем месте. Он всегда преследует свои цели, как правило не совпадающие с текущими целями экономической системы, частью которой является. И от того, как люди ведут себя на рабочих местах, в существенной степени зависят результаты функционирования экономических систем. Даже в однотипных, одинаково оснащенных системах производительность труда может существенно отличаться. Экономические системы оказываются погруженными во внешнюю среду интересов и отношений многих людей. Взаимодействие и столкновения этих интересов оказывают возмущающее воздействие на процесс функционирования системы. Для ее успешного функционирования менеджмент должен учитывать не только отношения людей в процессе выполнения своих обязанностей в рамках конкретной экономической системы, но и все разнообразие жизни и быта людей, их обычаи, привычки, писанные и неписанные законы поведения. Сложность такого учета обусловлена тем, что экономические системы не функционируют сами по себе. Они погружены в экономическую среду: вынуждены взаимодействовать с поставщиками сырья, потребителями продукции и т.п. Это ограничивает свободу менеджмента каждой отдельной системы. Взаимодействуя между собой, отдельные экономические системы функционируют в рамках установившихся правил (законов,

обычаев). Эти правила составляют суть производственных отношений, которые определяют тип экономической системы государства в целом.

Таким образом, деятельность экономических систем неотделима от социальных, демографических и других общественных процессов. Менеджмент экономической системы не может в полной мере прогнозировать эти процессы, следовательно, и влиять на них. Несмотря на то, что в известных условиях совокупное поведение больших групп людей обнаруживает определенную регулярность, поведение каждого отдельно взятого человека в основном непредсказуемо. Это явление в чем-то подобно микро- и макромиру в физике [25]. Разница в том, что свобода элементарной частицы отличается от свободы воли человека. В термодинамике не живет демон Максвелла. Чтобы понять законы движения физических систем, человеку не надо рефлексировать – ставить себя на место элементарных частиц. Статистика их воздействий стационарна в широких условиях, поэтому эксперименты воспроизводимы. Иначе дело обстоит с прогнозом действий конкретного человека и общества. Для этого наблюдатель должен непрерывно ставить себя на место себе подобных (рефлексировать), но не тождественных. Нет двух одинаковых Ивановых, и их объединение не даст конкретного Сидорова. Среди людей нет и не может быть творца общественной системы. Даже если кто-то рождает великий замысел, то его воплощение не соответствует изначальной идее. Видимо, поэтому гениальные создатели общественных учений сами редко участвуют в грандиозных преобразованиях, а их радикальные последователи на глазах мельчают. Люди с широким кругозором видят множество непреодолимых препятствий на пути преобразований и мучаются сомнениями. «Так что воистину именно *безумству храбрых поем мы песню!*»¹ [26].

В целом управление экономическими системами ставит перед их менеджментом крайне сложные проблемы, обусловленные существенной неопределенностью. Причинами этой неопределенности являются:

- отсутствие полной и достоверной информации об окружающей среде;
- возможность наступления как благоприятных, так и неблагоприятных для рассматриваемой экономической системы событий;
- ограниченная способность менеджмента воспринимать и перерабатывать имеющуюся информацию;
- противодействие участников экономического процесса, связанное с конкуренцией, трудовыми конфликтами, нарушениями договорных обязательств и т.п.

Неопределенность поведения конкретных систем и внешней среды ведет к риску недостижения поставленных целей. Учет этого риска при управлении экономическими системами и составляет основную задачу риск-менеджмента.

¹ Денисов А.А. Макроэкономическое управление и моделирование. СПб.: АНБ, 1997.

Не бывает неправильных решений,
бывают обстоятельства,
не соответствующие принятым решениям.

В.Г. Анисимов

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ С ИХ УЧЕТОМ

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РИСКОВ

Кто повсюду, тот нигде.

Сенека

Противодействие рискам в экономической деятельности опирается на их классификацию. Классификация заключается в установлении специфики тех или иных рисков и объединении их в однородные в том или ином отношении группы. Основы классификации рисков заложил Дж. М. Кейнс. В своей «Общей теории занятости, процента и денег» он предложил выделять в экономических процессах:

- риски предпринимателя или заемщика;
- риски кредитора;
- инфляционные риски.

В настоящее время классификация рисков существенно разнообразнее. Экономические риски принято классифицировать по *различным признакам*. Вместе с тем следует иметь в виду, что любая классификация условна. Относительно конкретной экономической системы она локализуется по месту и справедлива для ограниченного отрезка времени. Все в мире взаимосвязано: Аннушка разлила масло, а Берлиозу отрезало голову (см. М.А. Булгаков «Мастер и Маргарита»). Экономика едина. Деление ее на части условно и служит вполне определенным целям. Взаимосвязаны и риски, присущие функционированию экономических систем. Они непрерывно перетекают друг в друга. Причина постоянно замещает следствие. Выделение жесткой структуры – классификации – «омертвляет» процесс. Однако на ограниченном промежутке времени такое омертвление может оказаться полезным, поскольку существенно облегчит процесс формирования управленческих решений в конкретно сложившихся условиях экономической обстановки [27].

2.1.1. Классификация макроэкономических рисков

Общая классификация экономических рисков порождается традиционным делением на макро- и микроэкономические системы. Она устанавливает взаимосвязь и взаимообусловленность макро- и микроэкономических рисков. Макроэкономические риски присущи процессам функционирования макроэкономических систем в целом. Они включают риски, присущие мировой экономике как единой системе и национальным экономикам. Иногда к макроэкономическим относят и риски, присущие отдельным отраслям экономики и специфическим сферам бизнеса.

К макроэкономическим относятся следующие группы рисков [28]:

- политические риски;
- экологические риски;
- демографические риски;
- депрессивные риски;
- риски, обусловленные экономическими циклами;
- структурные риски;
- институциональные макроэкономические риски;
- финансовые риски (валютные, инфляционные, инвестиционные, банковские и др.).

Политические риски обусловлены взаимным проникновением политики и экономики. Политика – концентрированное выражение экономики. Однако вследствие меньшей в сравнении с реальной экономикой инерционностью политика часто идет впереди экономики, обрекая последнюю на кризис. Это особенно ярко проявилось на постсоветском пространстве. Политические режимы вновь образовавшихся государств в погоне за суверенитетом порвали экономические связи предприятий промышленности. Это привело к глубокому экономическому кризису, который продолжается уже более 20 лет и еще далек от завершения.

Само понятие «политический риск» впервые появилось в лексиконе американских корпораций в 1959 г. после прихода к власти на Кубе Ф. Кастро. Одна из первых работ по этой проблеме – книга Ф. Рута «Бизнес США за рубежом и политический риск», где был проанализирован политический риск, которому подвергается деятельность американских компаний в других странах.

Политический риск связан с возможными изменениями в курсе правительства, переменами в приоритетных направлениях его деятельности. Политический риск с неизбежностью присущ предпринимательской деятельности, от него нельзя уйти, можно лишь верно оценить и учесть. Учет данного вида риска особенно важен в странах с неустоявшимся законодательством, отсутствием традиций и культуры предпринимательства.

Политические риски можно подразделить на *четыре группы*:

- риск национализации и экспроприации без адекватной компенсации;
- риск трансферта, связанный с возможными ограничениями на конвертирование местной валюты;

– риск разрыва контракта из-за действий властей страны, в которой находится компания-контрагент;

– риск военных действий и гражданских беспорядков.

Риск национализации на практике толкуется предпринимателями очень широко – от экспроприации до принудительного выкупа властями имущества компании или просто ограничения доступа инвесторов к управлению активами. При определении риска национализации сложность состоит в том, что в любой стране власти никогда не говорят о возможности экспроприации или национализации. Как следствие, ни в одном документе юридически точно не определяется, чем, например, отличается национализация от конфискации.

Риск трансферта связан с переводами местной валюты в иностранную. Примером может служить ситуация, когда предприятие работает рентабельно, получая прибыль в национальной валюте, но не в состоянии перевести ее в валюту инвестора, чтобы рассчитаться за кредит. Причин может быть множество – например, принудительно длинная очередь на конвертацию.

Риск разрыва контракта предусматривает ситуации, когда не помогают ни предусмотренные в договоре штрафные санкции, ни арбитраж: контракт разрывается по не зависящим от партнера причинам, например в связи с изменением национального законодательства.

Последний из группы политических рисков – это *риск военных действий* и гражданских беспорядков, в результате которых предпринимательские фирмы могут понести большие потери и даже обанкротиться.

Политический риск условно можно также подразделить на страновой, региональный, международный.

Под *страновым политическим риском* следует понимать нестабильность внутривластной обстановки страны, оказывающей влияние на результаты деятельности предпринимательских фирм, в связи с чем возрастает риск ухудшения финансового состояния фирм, вплоть до их банкротства. Особенно это сказывается на предприятиях различных форм малого бизнеса, поскольку напряженность политической ситуации в стране приводит к нарушению хозяйственных связей, что наиболее остро ощущается на деятельности небольших предприятий, ставит их на грань банкротства вследствие необеспеченности сырьем, материалами, оборудованием.

Под *региональным политическим риском* следует понимать нестабильность политической обстановки в определенном регионе, которая влияет на результаты деятельности предпринимательских фирм. В частности это может быть вероятность потерь из-за военных действий в данном регионе, а также вмешательства в предпринимательскую деятельность региональных органов управления.

Учет *международного политического риска* важен для предпринимательской деятельности как фирм, имеющих выход на международный рынок, так и фирм, сотрудничающих с зарубежными партнерами.

Экологические риски обусловлены последствиями тех или иных природных или техногенных катастроф, охватывающих существенную часть территории того или иного государства.

Демографические риски связаны с резким изменением демографической ситуации в государстве. Печальным примером такого изменения может служить демография на постсоветском пространстве.

Депрессивные риски связаны с возможным развитием мировой экономической системы или экономики того или иного государства в направлении нарастания процессов экономического спада и последующей депрессии. Подобные явления наблюдались в тридцатых годах прошлого столетия в США.

Риски, обусловленные экономическими циклами, связаны с периодически повторяющимися на протяжении ряда лет подъемами и спадами экономики. В макроэкономике выделяют длинные циклы (с периодом 20–25 лет) и короткие (с периодом 5–10 лет). Экономические циклы по-разному влияют на секторы экономики. В период спада в большей степени страдают отрасли, связанные с производством средств производства и потребительских товаров длительного пользования. В фазе экономического роста эти отрасли получают максимальные стимулы для развития. В условиях спада отрасли с высокой концентрацией производства отличаются относительно небольшим падением цен (цены монопольно удерживаются на прежнем уровне) и большим сокращением объемов производства, а следовательно, и высвобождением трудовых ресурсов.

В отраслях с низкой концентрацией производства цены снижаются значительно, а объемы производства сокращаются существенно меньше. Если при этом имеет место еще и банковский кризис, то снижение цен и рост процентных ставок за ссуды может привести к банкротству многие предприятия рассматриваемых отраслей.

Структурные риски связаны с непрерывной перестройкой экономики, обусловленной переливом капитала из одних секторов в другие. Реальное производство существенно более инерционно, чем капитал. Поэтому оно реагирует на перелив капитала нарушением тех или иных экономических связей. Кроме того, перелив капитала усиливает конкуренцию в тех отраслях, куда он поступает. А конкуренция – это борьба. Она всегда связана с риском проигрыша. Например, в условиях финансовой неустойчивости банковский капитал перетекает в сферы реального производства товаров и услуг. Это усиливает конкуренцию в данных сферах экономики и создает дополнительные проблемы для функционирующих в них экономических систем.

Институциональные макроэкономические риски связаны с модификацией государственного устройства и государственного регулирования экономики. Такая модификация может вызвать ужесточение налоговой политики, повышение ставки рефинансирования Центрального банка, ужесточение ценовой политики в области энергоносителей и т.п. Все это так или иначе подстегивает инфляцию. В сфере внешнеэкономической деятельности власти могут вводить протекцио-

нистские меры, ужесточать валютный контроль. Это уменьшает заинтересованность иностранных инвесторов в сотрудничестве с национальным капиталом.

Финансовые макроэкономические риски (валютные, инфляционные, инвестиционные, банковские и др.) связаны с изменением курсов международных валют, инфляционными процессами в мире в целом, кризисами неплатежей и прочими обстоятельствами.

Поскольку в последнее время для отечественных предпринимателей все большую актуальность приобретает учет валютного риска, рассмотрим данный вид финансовых рисков более подробно.

Валютный риск на макроэкономическом уровне – это обусловленная изменением курсов валют возможность отклонения результатов финансовой деятельности государства от ожидаемых.

Валютный курс, устанавливаемый с учетом покупательной способности валют, весьма подвижен. Среди основных факторов, влияющих на курс валют, нужно выделить состояние платежного баланса, уровень инфляции, межотраслевую миграцию краткосрочных капиталов. В целом на движение валютных курсов оказывает воздействие соотношение спроса и предложения каждой валюты. Помимо экономических на валютный курс влияют и политические факторы [29].

В свою очередь валютный курс оказывает серьезное воздействие на внешнеэкономическую деятельность страны, являясь одной из предпосылок эквивалентности международного обмена. Тот или иной его уровень в значительной мере влияет на экспортную конкурентоспособность страны на мировых рынках. Заниженный валютный курс позволяет получить дополнительные выгоды при экспорте и способствует притоку иностранного капитала, одновременно дестимулируя импорт.

Противоположная экономическая ситуация возникает при завышенном курсе валюты (снижается эффективность экспорта и растет эффективность импорта).

Значительные непредвиденные колебания, отрыв валютного курса от соотношений покупательной способности усиливают напряженность в валютно-финансовой сфере, нарушают нормальный международный обмен [30].

Риски, присущие отдельным отраслям экономики и специфическим сферам бизнеса, связаны с различными условиями функционирования этих отраслей. Например, условия функционирования экономических систем, а следовательно и степень неопределенности и риска, различна в таких отраслях, как сельское хозяйство, промышленность, таможенное дело [31], банковское дело.

Отраслевой риск – это возможность потерь или выигрыша в результате изменений в экономическом состоянии отрасли.

При анализе отраслевого риска необходимо учитывать следующие факторы:

- деятельность фирм данной отрасли, а также смежных отраслей за определенный (выбранный) период времени;
- устойчивость деятельности фирм данной отрасли по сравнению с экономикой страны в целом;

– результаты деятельности различных предпринимательских фирм внутри одной и той же отрасли, наличие/отсутствие значительного расхождения в результатах.

С работой предприятий отрасли, а следовательно, и с уровнем отраслевого риска непосредственно связаны стадия промышленного жизненного цикла отрасли и внутриотраслевая среда конкуренции. При этом уровень внутриотраслевой конкуренции является источником информации об устойчивости фирм в данной отрасли по отношению к фирмам других сфер деятельности и, как правило, служит оценкой отраслевого риска.

Об уровне внутриотраслевой конкуренции можно судить по следующей информации:

- степень ценовой и неценовой конкуренции;
- легкость или сложность вхождения организации в отрасль;
- наличие или недостаток близких и конкурентоспособных по цене заменителей;
- рыночная способность покупателей;
- рыночная способность поставщиков;
- политическое и социальное окружение.

Однако перечисленные условия, в которых функционирует отрасль, подвержены неожиданным, иногда резким изменениям. Поэтому предпринимательским фирмам необходимо постоянно учитывать отраслевой риск при любых видах деятельности.

В целом рассмотренные риски проявляются на макроэкономическом уровне, но порождаются взаимодействием множества микроэкономических процессов. С другой стороны, некоторые из этих рисков, проявившись на макроэкономическом уровне, оказывают существенное влияние на обострение рискованной ситуации на микроэкономическом уровне [32].

Свою классификацию имеют и методы оценки и управления рисками в социально-экономических системах.

Первую группу составляют методы теории игр Дж. фон Неймана и О. Моргенштерна, отражающей эффективность реализации тех или иных стратегий при микроэкономическом противостоянии либо при реализации определенных макроэкономических сценариев (игры с природой). При этом на основе матрицы рисков для принятия решения используются функционалы А. Вальда, Р. Сэвиджа, А. Гурвица, В. Парето, П.-С. Лапласа и др.

Вторую группу составляют статистические методы оценки рисков (расчет математического ожидания результата инвестиционной деятельности, дисперсии результата, среднего квадратичного отклонения, коэффициента вариации результата инвестиционной деятельности, коэффициента риска инвестирования, коэффициента покрытия рисков Р. Кука и др.). Отличительной особенностью этих моделей является рассмотрение источников риска как независимых составляющих.

К третьей группе относятся методы анализа и оценки портфельных рисков с использованием моделей Фишера, Блэка, Майрона, Скоулза, Г. Марковица, С. Росса, Р. Ролла, Д. Тобина, У. Шарпа, Д. Трейнера, Д. Литнера, Я. Мосина, и др. Эти методы, выражаемые, в частности, в моделях АРМ и САРМ, предполагают соотнесение долевых значений различных рисков как для отдельного актива, так и для их портфеля, в том числе с учетом корреляционных связей составляющих риска.

Четвертую группу методов составляют приемы теории массового обслуживания А.Н. Колмогорова, Дж. Литтла, А.А. Маркова, С.Д. Пуассона, А.Я. Хинчина, А.К. Эрланга. Отличительной особенностью этих методов является поиск компромисса между сопряженными с риском потерями от простоя неиспользуемых производственных мощностей и потерями от недополученной выгоды при недостаточной пропускной способности существующих производственных мощностей.

Пятую группу составляют методы оценки рисков, включая Value-at-Risk, Short Fall, Capital-at-Risk, Maximum Loss, Stress or Sensitivity Testing и др., позволяющие оценить абсолютную величину вероятных потерь.

К шестой группе относятся специализированные методы оценки рисков, предназначенные для инвестиционных проектов. К таким методам относятся: метод критического пути (СРМ), метод техники обзора и оценки программы (PERT) и метод техники графической оценки и обзора (GERT). Эти методы позволяют: определить критический путь проекта; учесть непредвиденные события внутри этапов проекта и зарезервировать время на эти случаи; оценивать вероятность хода развития проекта по разным путям и предусматривать многовариантность при выборе способа реализации какого-либо этапа с учетом внутренних и внешних рисков [33].

2.1.2. Классификация микроэкономических рисков

В зависимости от возможного результата (рискового события) микроэкономические риски можно разделить (см. рис. 2.1) на две большие группы: чистые и спекулятивные.

Чистые риски означают возможность получения отрицательного или нулевого результата экономической деятельности при наступлении рискового события. К ним относятся: природно-естественные, экологические, политические, транспортные и часть коммерческих рисков (имущественные, производственные, торговые).

Чистые риски для случая, когда известны вероятностные характеристики возможности наступления рискового события, рассматриваются в рамках классической теории риск-менеджмента.



Р и с . 2.1. Классификация микроэкономических рисков

Спекулятивные риски выражаются в возможности получения как положительного, так и отрицательного результата. К этой группе относятся финансовые риски, являющиеся частью коммерческих рисков.

В зависимости от основной причины возникновения риски делятся на:

- природные риски;
- экологические риски;

- политические риски;
- транспортные риски;
- коммерческие риски.

К *природным* относятся риски, связанные с проявлением стихийных сил природы, например землетрясение, наводнение, буря, пожар, эпидемия и т.п.

Экологические риски – это риски, связанные с загрязнением окружающей среды.

Политические риски связаны с политической ситуацией в стране и деятельностью государства. К ним относятся:

- невозможность осуществления хозяйственной деятельности вследствие военных действий, революции, обострения внутривнутриполитической ситуации в стране, национализации, конфискации товаров и предприятий, введения эмбарго, отказа нового правительства выполнять принятые предшественниками обязательства и т.п.;

- введение отсрочки (моратория) на внешние платежи на определенный срок ввиду наступления чрезвычайных обстоятельств (забастовка, война и т.д.);

- неблагоприятное изменение налогового законодательства;

- запрет или ограничение конверсии национальной валюты в валюту платежа.

В последнем случае обязательство перед экспортерами может быть выполнено в национальной валюте, имеющей ограниченную сферу применения.

Транспортные риски – это риски, связанные с перевозками грузов транспортом: автомобильным, морским, речным, железнодорожным, воздушным и т.д.

Впервые классификация транспортных рисков была приведена Международной торговой палатой в Париже в 1919 г. и унифицирована в 1936 г. В настоящее время различные транспортные риски классифицируются по степени и по ответственности в четырех группах: E, F, C, D.

Группа E включает одну ситуацию – когда поставщик (продавец) держит товар на своих собственных складах (ExWorks). Он принимает на себя риск до момента принятия товара покупателем. Риск транспортировки от помещения продавца до конечного пункта принимается уже покупателем.

Группа F содержит три конкретные ситуации передачи ответственности и, соответственно, рисков:

1) FCA означает, что риск и ответственность продавца переносятся на покупателя в момент передачи товара в условленном месте;

2) FAS означает, что ответственность и риск за товар переходят от поставщика к покупателю в определенном договором порту;

3) FOB означает, что продавец снимает с себя ответственность после выгрузки товара с борта судна.

Группа C включает ситуации, когда экспортер, продавец заключает с покупателем договор на транспортировку, но не принимает на себя никакого риска. Это следующие конкретные ситуации:

1) CFK означает, что продавец оплачивает стоимость транспортировки до порта прибытия, но риск и ответственность за сохранность товара и дополнительные затраты берет на себя покупатель;

2) CIF означает, что кроме обязанностей, как в случае CFR, продавец обеспечивает и оплачивает страховку рисков во время транспортировки;

3) CPT означает, что продавец и покупатель делят между собой риски и ответственность. В определенный момент (обычно какой-то промежуточный пункт транспортировки) риски полностью переходят от продавца к покупателю;

4) CIP означает, что риски переходят от продавца к покупателю в определенном промежуточном пункте транспортировки, но кроме этого продавец обеспечивает страхование и платит стоимость страховки товара.

Последняя группа терминов – D – означает, что все транспортные риски ложатся на продавца. К этой группе относятся следующие конкретные ситуации:

1) DAF означает, что продавец принимает на себя риски до определенной государственной границы, далее риски переходят к покупателю;

2) DES означает, что передача рисков продавцом покупателю происходит на борту судна;

3) DEQ означает, что передача рисков происходит в момент прибытия товара в порт загрузки;

4) DDU означает, что продавец принимает на себя транспортные риски до определенного договором места (чаще всего это склад) на территории покупателя;

5) DDP означает, что продавец ответствен за транспортные риски до определенного места на территории покупателя, но покупатель оплачивает их.

Коммерческие риски представляют собой опасность отклонений результатов финансово-хозяйственной деятельности от запланированных или ожидаемых результатов. Они возникают в процессе реализации товаров и услуг, произведенных или купленных предпринимателем. Различают чистые и спекулятивные коммерческие риски. При этом *чистые коммерческие риски* отражают возможность потерь в процессе финансово-хозяйственной деятельности.

Основными *причинами* чистых коммерческих рисков являются:

– снижение объемов реализации в результате падения спроса на товар, реализуемый предпринимательской фирмой, вытеснение его конкурирующими товарами, введение ограничений на продажу;

– повышение закупочной цены товара в процессе осуществления предпринимательского проекта;

– непредвиденное снижение объемов закупок в сравнении с намеченными, что уменьшает масштаб всей операции и увеличивает расходы на единицу объема реализуемого товара (за счет условно постоянных расходов);

– потеря товара;

– потеря качества товара в процессе обращения (транспортировки, хранения), что приводит к снижению его цены;

– повышение издержек обращения в сравнении с намеченными в результате выплаты штрафов, непредвиденных пошлин и отчислений, что приводит к снижению прибыли предпринимательской фирмы.

По структурному признаку чистые коммерческие риски, в свою очередь, делятся на имущественные, производственные и торговые, а спекулятивную часть коммерческих рисков составляют финансовые риски.

Имущественные риски – это риски, связанные с вероятностью потерь имущества предпринимателя по причине кражи, диверсии, халатности, перенапряжения технической и технологической систем и т.п.

Производственные риски – это риски, связанные с производством продукции, товаров и услуг, с осуществлением любых видов производственной деятельности, в процессе которой предприниматели сталкиваются с проблемами неадекватного использования сырья, роста себестоимости, увеличения потерь рабочего времени, использования новых методов производства.

К основным *причинам* производственных рисков относятся:

– снижение намеченных объемов производства и реализации продукции вследствие снижения производительности труда, простоя оборудования, потерь рабочего времени, отсутствия необходимого количества исходных материалов, повышенного процента брака производимой продукции;

– снижение цен, по которым планировалось реализовывать продукцию или услугу, в связи с ее недостаточным качеством, неблагоприятным изменением рыночной конъюнктуры, падением спроса;

– увеличение расхода материальных затрат в результате перерасхода материалов, сырья, топлива, энергии, а также за счет увеличения транспортных расходов, торговых издержек, накладных и других побочных расходов;

– рост фонда оплаты труда за счет превышения намеченной численности либо за счет выплат более высокого, чем запланировано, уровня заработной платы отдельным сотрудникам;

– увеличение налоговых платежей и других отчислений в результате изменения ставки налогов в неблагоприятную для предпринимательской фирмы сторону;

– низкая дисциплина поставок, перебои с топливом и электроэнергией;

– физический и моральный износ оборудования предприятий.

Торговые риски представляют собой риски, связанные с убытком по причине задержки платежей, отказа от платежа в период транспортировки товара, не поставки товара и т.п.

Финансовые риски связаны с вероятностью отклонений результатов финансовой деятельности от ожидаемых. Они возникают при осуществлении финансового предпринимательства или финансовых сделок. При этом в роли товара выступает либо валюта, либо ценные бумаги, либо денежные средства.

Финансовые риски подразделяются на *три вида*:

1) риски, связанные с покупательной способностью денег;

- 2) риски, связанные с вложением капитала (инвестиционные риски);
- 3) криминогенные риски.

К рискам, связанным с *покупательной способностью денег*, относятся следующие разновидности:

- 1) инфляционные и дефляционные риски;
- 2) валютные риски;
- 3) риски ликвидности.

Инфляция означает обесценение денег и, соответственно, рост цен. Дефляция – это процесс, обратный инфляции, выражается в снижении цен и, соответственно, в увеличении покупательной способности денег.

Инфляционный риск – это риск того, что при росте инфляции получаемые денежные доходы обесценятся с точки зрения реальной покупательной способности быстрее, чем вырастут. В таких условиях предприниматель несет реальные потери.

Дефляционный риск – это риск того, что при росте дефляции произойдут падение уровня цен, ухудшение экономических условий предпринимательства и снижение доходов.

Валютные риски на микроэкономическом уровне – это возможность финансовых потерь или выигрыша в результате изменения курса валют, которое может произойти в период между заключением контракта и фактическим производством расчетов по нему.

Валютный риск включает в себя *три разновидности*:

- 1) экономический риск;
- 2) риск перевода;
- 3) риск сделок.

Экономический риск для предпринимательской фирмы состоит в том, что стоимость ее активов и пассивов может меняться в большую или меньшую сторону (в национальной валюте) из-за будущих изменений валютного курса. Это также относится к инвесторам, зарубежные инвестиции которых (акции или долговые обязательства) приносят доход в иностранной валюте.

Риск перевода имеет бухгалтерскую природу и связан с различиями в учете активов и пассивов фирмы в иностранной валюте. В том случае, если происходит падение курса иностранной валюты, в которой выражены активы фирмы, стоимость этих активов уменьшается.

Следует иметь в виду, что риск перевода представляет собой бухгалтерский эффект, но мало или совсем не отражает экономический риск сделки. Более важным с экономической точки зрения является риск сделки, который рассматривает влияние изменения валютного курса на будущий поток платежей, а следовательно, на будущую прибыльность предпринимательской фирмы в целом.

Риск сделок – это возможность наличных валютных убытков по конкретным операциям в иностранной валюте. Риск сделок возникает из-за неопределенности стоимости в национальной валюте инвалютной сделки в будущем. Данный вид

риска существует как при заключении торговых контрактов, так и при получении или предоставлении кредитов и состоит в возможности изменения величины поступления или платежей при пересчете в национальной валюте.

Кроме этого, следует различать валютный риск для импортера и риск для экспортера. *Риск для экспортера* – это падение курса иностранной валюты с момента получения или подтверждения заказа до получения платежа и во время переговоров.

Риск для импортера – это повышение курса валюты в отрезок времени между датой подтверждения заказа и днем платежа.

Таким образом, при заключении контрактов необходимо учитывать возможные изменения валютных курсов.

Риски ликвидности – это риски, связанные с возможностью потерь при реализации ценных бумаг или других товаров из-за изменения оценки их качества и потребительской стоимости.

Инвестиционные риски на микроэкономическом уровне включают в себя следующие подвиды рисков:

- 1) риск упущенной выгоды;
- 2) риск снижения доходности;
- 3) риск прямых финансовых потерь.

Риск упущенной выгоды – это риск наступления косвенного (побочного) финансового ущерба (неполученная прибыль) в результате неосуществления какого-либо мероприятия (например, страхование, хеджирование, инвестирование и т.п.).

Риск снижения доходности может возникнуть в результате уменьшения размера процентов и дивидендов по портфельным инвестициям, по вкладам и кредитам.

Портфельные инвестиции представляют собой приобретение ценных бумаг и других активов. Термин «портфельный» происходит от итальянского «portofoglio» и означает совокупность ценных бумаг, которые имеются у инвестора.

Риск снижения доходности включает *следующие разновидности рисков*: процентные и кредитные.

К *процентным рискам* относится опасность потерь коммерческими банками, кредитными учреждениями, инвестиционными институтами, селинговыми компаниями в результате превышения процентных ставок, выплачиваемых ими по привлеченным средствам, над ставками по предоставленным кредитам.

К процентным рискам относятся также риски потерь, которые могут понести инвесторы в связи с изменением дивидендов по акциям, процентных ставок на рынке по облигациям, сертификатам и другим ценным бумагам.

Рост рыночной ставки процента ведет к понижению курсовой стоимости ценных бумаг, особенно облигаций с фиксированным процентом. При повышении процента может начаться также массовый сброс ценных бумаг, эмитированных под более низкие фиксированные проценты и по условиям выпуска досрочно

принимаемых обратно эмитентом. Процентный риск несет инвестор, вложивший средства в среднесрочные и долгосрочные ценные бумаги с фиксированным процентом, при текущем повышении среднерыночного процента в сравнении с фиксированным уровнем.

Процентный риск несет эмитент, выпускающий в обращение среднесрочные и долгосрочные ценные бумаги с фиксированным процентом, при текущем понижении среднерыночного процента в сравнении с фиксированным уровнем.

Этот вид риска при быстром росте процентных ставок в условиях инфляции имеет значение и для краткосрочных ценных бумаг.

Риски прямых финансовых потерь включают следующие разновидности:

- 1) биржевой риск;
- 2) селективный риск;
- 3) риск банкротства,
- 4) кредитный риск.

Биржевые риски представляют собой опасность потерь от биржевых сделок. К этим рискам относятся: риск неплатежа по коммерческим сделкам, риск неплатежа комиссионного вознаграждения брокерской фирмы и т.п.

Селективные риски (лат. *selectio* – выбор, отбор) – это риски неправильного выбора вида вложения капитала, вида ценных бумаг для инвестирования в сравнении с другими видами ценных бумаг при формировании инвестиционного портфеля.

Риск банкротства представляет собой опасность в результате неправильного выбора вложения капитала, полной потери предпринимателем собственного капитала и неспособности его рассчитываться по взятым на себя обязательствам.

Кредитный риск – опасность неуплаты заемщиком основного долга и процентов, причитающихся кредитору. К кредитному риску относится также риск такого события, при котором эмитент, выпустивший долговые ценные бумаги, окажется не в состоянии выплачивать проценты по ним или основную сумму долга.

Кредитный риск для банков складывается из сумм задолженности заемщиков по банковским ссудам, а также из задолженности клиентов по другим сделкам.

Компании также могут подвергаться определенному кредитному риску в своих операциях с банком. Если фирма имеет много свободных средств, которые она помещает на банковский депозит, то при возникновении риска ликвидации банка она потеряет большинство своих вкладов. Также существует процентный риск при размещении слишком большого депозита в одном банке, ибо этот банк, осознавая, что компания является регулярным вкладчиком, может не предложить такую же высокую ставку по новому вкладу, которую компания могла бы получить в другом банке.

Подверженность кредитному риску существует в течение всего периода кредитования. При предоставлении коммерческого кредита риск возникает с момента продажи и остается до момента получения платежа по сделке. При банковской ссуде период подверженности кредитному риску приходится на все время до

наступления срока ее возвращения. Величина кредитного риска – сумма, которая может быть потеряна при неуплате или просрочке выплаты задолженности. Максимальный потенциальный убыток – это полная сумма задолженности в случае ее невыплаты клиентом. Просроченные платежи не приводят к прямым убыткам. Они обуславливают косвенные убытки, которые представляют собой издержки по процентам (из-за необходимости финансировать дебиторов в течение более длительного времени) или потерю процентов, которые можно было бы получить, если бы деньги были возвращены раньше и помещены на депозит.

Криминогенный риск в сфере финансовой деятельности предприятий проявляется в форме:

- объявления его партнерами фиктивного банкротства;
- подделки документов, обеспечивающих незаконное присвоение сторонними лицами денежных и других активов;
- хищения отдельных видов активов собственным персоналом и т.п.

Значительные финансовые потери, которые в связи с этим несут предприятия на современном этапе, обуславливают выделение криминогенных рисков в самостоятельный вид финансовых рисков.

По другой классификации микроэкономические риски можно разделить на следующие виды.

1. *Деловые риски*: риски, связанные с возможностью ухудшения общего финансового состояния компании, снижения стоимости ее капитала (акций, облигаций).

2. *Организационные риски*, вызванные ошибками менеджмента компании (в том числе и при принятии решений), ее сотрудников; проблемами системы внутреннего контроля, плохо разработанными правилами работ и пр., то есть риски, связанные с внутренней организацией работы компании.

3. *Рыночные риски* – это риски, связанные с нестабильностью экономической конъюнктуры: риск финансовых потерь из-за изменения цены товара, трансляционный валютный риск, риск потери ликвидности и пр.

4. *Кредитные риски* – риск того, что контрагент не выполнит свои обязательства в срок.

5. *Юридические риски* – это риски потерь, связанных с тем, что законодательство или не было учтено вообще, или изменилось в период сделки; риск несоответствия законодательств разных стран; риск некорректно составленной документации, в результате чего контрагент может не выполнять условия договора и пр.

6. *Технико-производственные риски* – риск нанесения ущерба окружающей среде (экологический риск); риск возникновения аварий, пожаров, поломок; риск нарушения функционирования объекта вследствие ошибок при проектировании и монтаже, риск несоблюдения производственных технологий и процессов, ряд строительных рисков и пр.

Данная классификация не только четко трактует принадлежность рисков к конкретной группе, позволяя унифицировать их оценку, но и наиболее полно

охватывает множество рисков, что позволяет научно подойти к проблеме выявления рискообразующих факторов.

Многогранность понятия «риск» обусловлена разнообразием факторов, характеризующих как особенности конкретного вида деятельности, так и специфические черты неопределенности, в условиях которой эта деятельность осуществляется. Выявить все рискообразующие факторы достаточно сложно. Во-первых, большинство рисков имеет как общие факторы, так и специфические. Во-вторых, конкретный риск может иметь различные причины возникновения в зависимости от вида деятельности коммерческой организации.

Анализ теоретических исследований, посвященных вопросам риска, позволяет сделать вывод о том, что в них уделяется недостаточное внимание ряду проблем, недооценка которых при практическом использовании результатов теоретических исследований может привести к неполной или некорректной оценке влияния тех или иных рискообразующих факторов на соответствующие виды рисков.

Первая проблема состоит в том, что не акцентируется внимание на факте наличия целого ряда рискообразующих факторов, оказывающих воздействие, причем иногда взаимоисключающее, на динамику сразу нескольких видов рисков.

Вторая проблема заключается в представлении рискообразующих факторов только в качестве факторов прямого воздействия на конкретные виды рисков. Из поля зрения исследователей выпадает возможность диалектического перехода самого риска в категорию рискообразующих факторов, что требует разработки представления о рискообразующих факторах как о факторах прямого и опосредованного воздействия.

Третьей проблемой является неразвитость российской экономики, порождающая дефицит исследований отдельных видов рисков отечественными учеными и, как следствие, ограниченное внедрение их рекомендаций в практическую деятельность предприятий.

2.2. ПРОЦЕДУРА УЧЕТА РИСКОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Лучше думать перед тем, как действовать,
чем после.

Демокрит

С позиций механизма формирования и оказания воздействий управляющей подсистемы на управляемую как макроэкономический, так и микроэкономический риск-менеджмент представляют собой циклический процесс, в каждом витке которого выполняются следующие функции.

1. Определение целей предстоящих действий.
2. Сбор и анализ необходимой для управления информации.
3. Планирование предстоящих действий.
4. Постановка задач исполнителям.
5. Контроль выполнения поставленных задач.

Особенности макро- и микроэкономического риск-менеджмента проявляются в конкретном содержании этих функций. Так, **на макроуровне** происходит следующее.

1. Цели отражают основное направление развития макроэкономической системы в целом.

2. Осуществляется сбор обобщенной информации об экономической ситуации в той или иной отрасли, в государстве и мире в целом. При этом для оценки показателей текущего состояния экономики берутся такие обобщенные показатели, как валовой внутренний продукт, валовые инвестиции, государственные трансферты, совокупные частные и государственные сбережения, уровень занятости населения, уровень инфляции и т.п.

3. Планирование предстоящих действий сводится к установлению «правил игры» для экономики в целом. Государство может фиксировать цены на те или иные виды продукции, реализовывать тот или иной вариант бюджетно-налоговой политики, например, в интересах преодоления спада экономики могут снижаться налоги, увеличиваться государственные расходы на стимулирование определенных отраслей экономики и т.д.

4. Постановка задач исполнителям осуществляется путем принятия федеральных законов, указов президента, постановлений правительства и т.п.

5. Контроль выполнения поставленных задач осуществляется соответствующими органами государственной власти.

На **микроэкономическом уровне** риск-менеджмент проявляется по-другому [34].

1. Определяются ближайшие и стратегические цели микроэкономической системы.

2. Осуществляется сбор информации, необходимой для управления конкретной микроэкономической системой.

3. Планируются предстоящие действия, то есть определяются тактика и стратегия развития рассматриваемой микроэкономической системы, например, определяется:

- что и в каких объемах производить;
- как распределить имеющиеся ресурсы между производимыми товарами и услугами;
- как и на каких условиях привлечь недостающие ресурсы;
- как реализовать произведенные товары и услуги;
- в каком стратегическом направлении должна развиваться система;
- какова должна быть динамика выделения ресурсов на обеспечение этого развития и т.п.

4. Ставятся задачи исполнителям.

5. Осуществляется контроль выполнения поставленных задач.

При этом задачи могут ставиться различными способами, например распоряжениями или приказами руководства. Контроль может осуществляться как в процессе выполнения поставленных задач (текущий контроль), так и по конечным результатам деятельности экономической системы путем их сопоставления с поставленными целями.

Успех выполнения указанных функций и определяет в конечном счете возможность достижения целей макро- и микроэкономического менеджмента. Однако присущая экономическому менеджменту в целом неполная предсказуемость результатов управленческих воздействий и обусловленные ею риски отклонения достигаемых результатов от поставленных целей вызывают необходимость учета этих рисков.

Учет рисков при управлении экономическими системами направлен на максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рискованных событий. Для достижения этой цели в каждом цикле управления осуществляются следующие процедуры [35]:

1) анализ внешних и внутренних условий деятельности экономической системы;

2) выявление рискованных для рассматриваемой системы событий (выявление рисков);

3) анализ возможности наступления рискованных событий;

4) оценка их последствий для экономической системы;

5) формирование (выбор) возможных методов снижения негативных последствий рискованных событий;

6) сравнительная оценка методов и выбор самого рационального.

Взаимосвязь указанных процедур отражает рис. 2.2.

Анализ внешних и внутренних условий деятельности экономической системы осуществляется с позиций возможности достижения поставленных целей. В ходе анализа должны быть выявлены факторы, способствующие и препятствующие их достижению.

Выявление рискованных для рассматриваемой системы событий (выявление рисков) заключается в выделении той совокупности рискованных событий, которые могут произойти в текущем цикле управления экономической системой.

В процессе анализа возможности наступления рискованных событий должны быть установлены те или иные качественные и (или) количественные характеристики, которые отражали бы возможность проявления этих событий в сложившейся обстановке [35].

В результате оценки последствий наступления рискованных событий должны быть установлены события, подлежащие обязательному учету.

Формирование (выбор) возможных методов снижения негативных последствий рискованных событий заключается в построении множества возможных в сло-

жившихся условиях подходов к ослаблению отрицательных последствий рисков-
вых событий и использованию возможных преимуществ наступления рисков-
вых событий, подлежащих обязательному учету.



**Р и с . 2.2. Взаимосвязь основных процедур
экономического риск-менеджмента**

Сравнительная оценка методов направлена на выбор наиболее эффективных для сложившейся обстановки подходов к использованию положительных и ослаблению отрицательных последствий наступления рисков-
вых событий, подлежащих обязательному учету.

В целом выполнение рассмотренных процедур обеспечивает управление экономическими системами с учетом риска.

2.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕРЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАЛИЗАЦИИ РИСКОВ

Все толкуют о погоде, но никто ничего по этому поводу не предпринимает.

Марк Твен

Как следует из пп. 2.2, в процессе управления экономическими системами необходимо не только идентифицировать виды риска, присущие системе, но и оценить масштабы последствий (потери) их реализации. В макроэкономических системах потери выражаются:

- в снижении валового внутреннего и валового национального продукта государства;
- в снижении валовых инвестиций;
- в снижении совокупных частных и государственных сбережений;
- в возрастании уровня инфляции;
- в снижении уровня занятости населения и т.п.

В микроэкономических системах потери выражаются:

- в снижении предпринимательской прибыли;
- в возрастании затрат на возмещение убытков и т.п.

По форме потери делятся на абсолютные или относительные. При этом речь может идти о максимальных потерях, средних потерях и т.п.

По виду различают материальные, трудовые, стоимостные, временные и другие потери.

По масштабу последствий для экономической системы на качественном уровне различают незначительные, допустимые, критические и катастрофические потери.

Вариант классификации потерь приведен на рис. 2.3.

Материальные потери измеряются в единицах теряемого ресурса или в относительных величинах потерь этих ресурсов.

Трудовые потери измеряются в единицах рабочего времени (человеко-часах, человеко-днях), единицах времени (часах, днях и т.д.) или в относительных величинах трудовых потерь.

Стоимостные потери измеряются в абсолютном денежном выражении или в относительных величинах денежных потерь.

Временные потери измеряются в единицах времени или относительных потерях времени.

Рассмотренная классификация позволяет систематизировать оценку ожидаемых потерь в результате наступления рисков событий и в конечном счете обеспечивает повышение обоснованности решений по управлению экономическими системами с учетом рисков.



Р и с . 2.3. Классификация потерь от реализации рисков

2.4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ РИСКОВ

Кот должен ловить мышей, крестьянин – работать в поле, руководитель – руководить, но все должны выполнять свои функции со знанием дела.

Китайская пословица

В условиях действия разнообразных внешних и внутренних факторов риска могут использоваться различные способы снижения воздействия этих факторов на результаты функционирования экономической системы. Все многообразие методов учета рисков при управлении экономическими системами можно разделить на четыре базовых класса:

- 1) методы уклонения от рисков;

- 2) методы локализации рисков;
- 3) методы диверсификации рисков;
- 4) методы компенсации рисков.

Методы уклонения от риска наиболее распространены в практике управления экономическими системами. Ими пользуются менеджеры, предпочитающие действовать наверняка. В свою очередь методы уклонения от риска подразделяются на:

- отказ от ненадежных партнеров, то есть стремление работать только с надежными, проверенными партнерами, нерасширение их круга;
- отказ от рискованных проектов, то есть отказ от инвестиционных, инновационных и иных проектов, реализуемость или эффективность которых вызывает сомнение;
- передачу ответственности за риск, например, страховой компании путем страхования риска или гаранту, функции которого могут выполнять различные субъекты (фонды, государственные органы, предприятия и т.п.).

Методы локализации рисков используются в редких случаях, когда удается довольно четко идентифицировать риски и источники их возникновения. Выделив экономически наиболее опасные этапы или участки деятельности в обособленные структурные подразделения, можно сделать их более контролируемыми и снизить уровень риска. К методам локализации относятся:

- создание венчурных предприятий;
- создание специальных структурных подразделений для выполнения рискованных проектов.

Создание венчурных предприятий представляет собой организацию небольшого дочернего предприятия как самостоятельного юридического лица. В нем локализуется рискованная часть проекта, при этом сохраняется возможность использования научного и технического потенциала материнской компании.

Создание специальных структурных подразделений для выполнения рискованных проектов направлено на:

- установление конкретных исполнителей проектов;
- установление ответственных лиц;
- упрощение финансового контроля за выполнением проекта, например, за счет обособления баланса подразделения.

Методы диверсификации рисков заключаются в распределении общего риска и включают:

- распределение ответственности между участниками проекта;
- диверсификацию видов деятельности и зон хозяйствования;
- диверсификацию сбыта и поставок;
- диверсификацию закупок сырья и материалов;
- диверсификацию инвестиций;
- распределение риска во времени.

Распределение ответственности между участниками проекта заключается в четком разграничении сфер деятельности и ответственности каждого участ-

ника, а также в определении условий перехода работ и ответственности от одного участника к другому. В организации выполнения рискованного проекта не должно быть этапов, операций или работ с размытой или неоднозначной ответственностью. Ее распределение юридически закрепляется в договорах между участниками проекта.

Диверсификация видов деятельности и зон хозяйствования заключается:

- в расширении ассортимента выпускаемой продукции или оказываемых услуг;
- в ориентации на различные социальные группы потребителей;
- в ориентации на предприятия различных регионов;
- в увеличении количества применяемых технологий и т.п.

Диверсификация сбыта и поставок заключается в одновременной работе на нескольких рынках со многими потребителями. При этом убытки на одном рынке могут быть компенсированы успехами на других. Распределение поставок между многими потребителями при достаточно равномерном распределении долей каждого контрагента снижает средние потери при случайном срыве поставок.

Диверсификация закупок сырья и материалов предполагает взаимодействие со многими поставщиками. Это позволяет ослабить зависимость предприятия от его окружения. При нарушении поставок предприятие сможет безболезненно переключиться на работу с другим поставщиком аналогичного продукта.

Диверсификация инвестиций заключается в предпочтении реализации нескольких относительно небольших по вложениям проектов в сравнении с реализацией одного крупного инвестиционного проекта, требующего задействования существенной доли ресурсов предприятия и снижающих возможность маневрирования.

Распределение риска во времени заключается в распределении и фиксации риска по этапам реализации проекта. Поэтапная детализация облегчает контроль за процессом реализации проекта и позволяет при необходимости вносить изменения.

Методы компенсации рисков связаны с созданием механизмов предупреждения опасности. Они опираются на:

- стратегическое и оперативное планирование деятельности;
- прогнозирование внешней обстановки;
- мониторинг социально-экономической и нормативно-правовой среды;
- создание системы резервов.

Стратегическое и оперативное планирование деятельности представляет собой формирование долгосрочного и среднесрочного плана функционирования предприятия. Стратегический план отражает цель деятельности предприятия, принципиальные направления ее совершенствования и механизмы их реализации. Оперативный план включает частные цели деятельности и конкретные пути их достижения. Как метод компенсации экономического риска стратегическое и оперативное планирование дают положительный эффект, если разработка стратегии охватывает все сферы деятельности предприятия, а последователь-

ность оперативных планов обеспечивает достижение поставленных стратегических целей. Этапы работы по стратегическому и оперативному планированию могут снять существенную часть неопределенности, позволяют предугадать появление узких мест при реализации проектов, заранее идентифицировать источники рисков и разработать компенсирующие мероприятия.

Прогнозирование внешней обстановки заключается в анализе текущей обстановки, выявлении тенденций ее изменения, оценке будущего состояния среды хозяйствования для участников проекта, прогнозировании поведения партнеров и действий конкурентов и т.п. Оно составляет информационную основу для стратегического и оперативного планирования деятельности предприятия.

Мониторинг социально-экономической и нормативно-правовой среды заключается в сборе необходимой текущей информации о социально-экономической обстановке, отслеживании нормативно-правовой информации, связанной с деятельностью соответствующего предприятия. Он составляет основу для прогнозирования внешней обстановки.

Создание системы резервов заключается в формировании соответствующих «буферов» между поставщиками исходных материалов и производителями, между производителями и потребителями, а также в резервировании производственных мощностей, денежных средств и т.п. Оно представляет собой материальную основу компенсации рисков событий.

В конкретной деятельности по управлению экономическими системами рассмотренные методы, как правило, применяются комплексно. При выборе тех или иных следует руководствоваться следующими принципами [14]:

- 1) нельзя рисковать больше, чем позволяет собственный капитал;
- 2) нельзя рисковать многим ради малого;
- 3) следует предугадывать последствия риска.

Реализация первого принципа обеспечивается решением следующих задач:

- определение максимально возможных потерь при реализации того или иного проекта;
- сравнение возможных потерь с вкладываемым капиталом;
- оценка возможности банкротства в случае максимально возможных потерь.

Например, если в качестве меры риска принята величина

$$K_p = \frac{X}{C},$$

где K_p – коэффициент риска;

X – максимально возможные финансовые потери при реализации проекта;

C – объем собственных финансовых ресурсов;

то, как показывает практика, при $K_p = 0,7$ возможно банкротство, а $K_p = 0,3$ соответствует рациональному уровню риска.

Реализация второго принципа требует соизмерения возможных потерь и ожидаемой прибыли. Например, при страховании финансового риска необходимо осу-

существлять сравнительную оценку страховой суммы и страховой премии. Практика показывает, что если страховая сумма $S_l \leq 0,2S_n$ (S_n – страховая премия), то страхование имеет смысл. В противном случае страхование, как правило, недостаточно эффективно, и его целесообразность необходимо тщательно обосновывать исходя из конкретно складывающейся обстановки.

Реализация третьего принципа требует корректного измерения ожидаемой величины риска и его последствий. Например, зная возможные при реализации того или иного проекта потери, менеджер должен принять решение об отклонении проекта или его принятии. В случае принятия проекта менеджер может взять риск на себя либо воспользоваться теми или иными из рассмотренных методов снижения риска.

При формировании тех или иных конкретных способов управления экономической системой с учетом риска могут применяться различные правила выбора. Основными из этих правил являются:

- 1) максимум выигрыша;
- 2) минимум риска;
- 3) рациональное сочетание выигрыша и величины риска.

Максимум выигрыша означает, что из всех возможных вариантов действий в сложившейся ситуации принимается тот, который обеспечивает максимум выигрыша, например прибыли для экономической системы при установленном ограничении на уровень риска.

Минимум риска означает, что из всех возможных вариантов действий выбирается тот, который обеспечивает минимум риска при ограничениях на ожидаемый результат функционирования экономической системы, например при установленной минимальной норме прибыли [32, 33]. *Рациональное сочетание* выигрыша и величины риска означает, что из всех возможных вариантов действий выбирается тот, который обеспечивает установленное сочетание выигрыша и риска, например максимум отношения ожидаемой прибыли к возможным потерям при ограничениях на ресурсы.

2.5. СХЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Когда не ведают далеких дум,
то не избегнут близких огорчений.

Конфуций

2.5.1. Матрицы последствий и матрицы рисков

Понятие риска предполагает наличие рискующего; будем называть его лицом, принимающим решения (ЛПР).

Допустим, рассматривается вопрос о проведении финансовой операции в условиях неопределенности. При этом у ЛПР есть несколько возможных решений $i = 1, 2, \dots, m$, а реальная ситуация неопределенна и может принимать один из вариантов $j = 1, 2, \dots, n$. Пусть известно, что если ЛПР примет i -е решение, а ситуация примет j -й вариант, то будет получен доход q_{ij} . Матрица $Q = (q_{ij})$ называется **матрицей последствий** (возможных решений)¹.

Оценим размеры риска в данной схеме.

Пусть принимается i -е решение. Очевидно, если бы было известно, что реальная ситуация будет j -я, то ЛПР принял бы решение, дающее доход $q_j = \max_i q_{ij}$. Однако i -е решение принимается в условиях неопределенности. Значит, ЛПР рискует получить не q_j , а только q_{ij} . Таким образом, существует реальная возможность недополучить доход, и с этим неблагоприятным исходом можно сопоставить риск r_{ij} , размер которого целесообразно оценить как разность

$$r_{ij} = q_j - q_{ij}. \quad (2.5.1)$$

Матрица $R = (r_{ij})$ называется **матрицей рисков**².

Пример 2.1.

Используя формулу (2.5.1), составьте матрицу рисков $R = (r_{ij})$ по заданной матрице последствий

$$Q = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 8 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 12 \\ 8 & 5 & 3 & 10 \\ 1 & 4 & 2 & 8 \end{pmatrix}.$$

¹ В теории игр аналогичные матрицы носят названия «матрица игры», «платежная матрица», «матрица выигрышей»; при этом термин «выигрыш» соотносят с первым игроком (в нашем случае им является ЛПР), так что отрицательное значение такой матрицы понимается как его проигрыш. В задачах анализа финансовых операций матрица последствий называется также матрицей доходов.

² Матрицы рисков называют также матрицами потерь, или матрицами упущенных возможностей.

Решение.

Очевидно, $q_1 = \max_i q_{i1} = 8$; аналогично $q_2 = 5$, $q_3 = 8$, $q_4 = 12$. Следовательно, матрица рисков имеет вид

$$R = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 0 & 8 \\ 6 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 2 \\ 7 & 1 & 6 & 4 \end{pmatrix}.$$

2.5.2. Анализ связанной группы решений в условиях полной неопределенности

Полная неопределенность означает отсутствие информации о вероятностных состояниях среды («природы»), например о вероятностях тех или иных вариантов реальной ситуации; в лучшем случае известны диапазоны значений рассматриваемых величин. Рекомендации по принятию решений в таких ситуациях сформулированы в виде определенных правил (критериев) [61]. Рассмотрим основные из них.

Критерий (правило) максимакса. По этому критерию определяется вариант решения, максимизирующий максимальные выигрыши, например доходы, для каждого варианта ситуации. Это критерий *крайнего («розового») оптимизма*, по которому наилучшим является решение, дающее максимальный выигрыш, равный $\max_i \left(\max_j q_{ij} \right)$. Рассматривая i -е решение, предполагают самую хорошую ситуацию, приносящую доход $a_i = \max_j q_{ij}$, а затем выбирают решение с наибольшим a_i .

Пример 2.2.

Для матрицы последствий в примере 2.1 выбрать вариант решения по критерию максимакса.

Решение.

Находим последовательность значений: $a_i = \max_j q_{ij}$: $a_1 = 8$, $a_2 = 12$, $a_3 = 10$, $a_4 = 8$. Из этих значений находим наибольшее: $a_2 = 12$. Следовательно, критерий максимакса рекомендует принять второе решение ($i = 2$).

Правило Вальда (правило максимина, или критерий крайнего пессимизма). Рассматривая i -е решение, будем полагать, что на самом деле ситуация складывается самая плохая, то есть приносящая самый малый доход: $b_i = \min_j q_{ij}$. Но теперь выберем решение i_0 с наибольшим b_{i_0} . Итак, правило Вальда рекомендует принять решение i_0 такое, что $b_{i_0} = \max_i b_i = \max_i \left(\min_j q_{ij} \right)$.

Пример 2.3.

Для матрицы последствий в примере 2.1 выбрать вариант решения по критерию Вальда.

Решение.

В примере 2.1 имеем $b_1 = 2$, $b_2 = 2$, $b_3 = 3$, $b_4 = 1$. Теперь из этих значений выбираем максимальное $b_3 = 3$. Значит, правило Вальда рекомендует принять 3-е решение ($i = 3$).

Правило Сэвиджа (критерий минимаксного риска). Этот критерий аналогичен предыдущему, критерию Вальда, но ЛПР принимает решение, руководствуясь не матрицей последствий Q , а матрицей рисков $R = (r_{ij})$. По этому критерию лучшим является решение, при котором максимальное значение риска будет наименьшим, то есть равным $\min_i \left(\max_j r_{ij} \right)$. Рассматривая i -е решение, предполагают ситуацию максимального риска $r_i = \max_j r_{ij}$ и выбирают вариант решения i_0 с наименьшим $r_{i_0} = \min_i b_i = \min_i \left(\max_j r_{ij} \right)$.

Пример 2.4.

Для исходных данных в примере 2.1 выбрать вариант решения в соответствии с критерием Сэвиджа.

Решение.

Рассматривая матрицу рисков R , находим последовательность величин $r_i = \max_j r_{ij}$: $r_1 = 8$, $r_2 = 6$, $r_3 = 5$, $r_4 = 7$. Из этих величин выбираем наименьшую: $r_3 = 5$. Значит, правило Сэвиджа рекомендует принять 3-е решение ($i = 3$). Заметим, что это совпадает с выбором по критерию Вальда.

Правило Гурвица (взвешивающее пессимистический и оптимистический подходы к ситуации). По данному критерию выбирается вариант решения, при котором достигается максимум выражения

$$c_i = \{\lambda \min q_{ij} + (1 - \lambda) \max q_{ij}\},$$

где $0 \leq \lambda \leq 1$.

Таким образом, этот критерий рекомендует руководствоваться некоторым средним результатом *между крайним оптимизмом и крайним пессимизмом*. При $\lambda = 0$ критерий Гурвица совпадает с максимаксным критерием, а при $\lambda = 1$ он совпадает с критерием Вальда. Значение λ выбирается из субъективных (интуитивных) соображений.

Пример 2.5.

Для приведенной в примере 2.1 матрицы последствий выбрать наилучший вариант решения на основе критерия Гурвица при $\lambda = 1/2$.

Решение.

Рассматривая матрицу последствий Q по строкам, для каждого i вычисляем значения $c_i = 1/2 \min q_{ij} + 1/2 \max q_{ij}$. Например, $c_1 = 1/2 \times 2 + 1/2 \times 8 = 5$; аналогично находятся $c_2 = 7$; $c_3 = 6,5$; $c_4 = 4,5$. Наибольшим является $c_2 = 7$. Следовательно, критерий Гурвица при заданном $\lambda = 1/2$ рекомендует выбрать второй вариант ($i = 2$).

2.5.3. Анализ связанной группы решений в условиях частичной неопределенности

Если при принятии решения ЛПР известны вероятности p_j того, что реальная ситуация может развиваться по варианту j , то говорят, что ЛПР находится в условиях частичной неопределенности. В этом случае можно руководствоваться одним из следующих критериев (правил).

Критерий (правило) максимизации среднего ожидаемого дохода. Этот критерий называется также **критерием максимума среднего выигрыша**. Если известны вероятности p_j вариантов развития реальной ситуации, то доход, получаемый при i -м решении, является случайной величиной Q_i с рядом распределения:

q_{i1}	q_{i2}	...	q_{in}
p_1	p_2	...	p_n

Математическое ожидание $M[Q_i]$ случайной величины Q_i и есть средний ожидаемый доход, обозначаемый также \bar{Q}_i :

$$\bar{Q}_i = M[Q_i] = \sum_{j=1}^n p_j q_{ij}.$$

Для каждого i -го варианта решения рассчитываются величины \bar{Q}_i , и в соответствии с рассматриваемым критерием выбирается вариант, для которого достигается $\max_i \bar{Q}_i = \max_i \sum_{j=1}^n p_j q_{ij}$.

Пример 2.6.

Пусть для исходных данных примера 2.1 известны вероятности развития реальной ситуации по каждому из четырех вариантов, образующих полную группу событий: $p_1 = 1/2$, $p_2 = 1/6$, $p_3 = 1/6$, $p_4 = 1/6$. Выяснить, при каком варианте решения достигается наибольший средний доход и какова величина этого дохода.

Решение.

Найдем для каждого i -го варианта решения средний ожидаемый доход: $\bar{Q}_1 = 1/2 \times 5 + 1/6 \times 2 + 1/6 \times 8 + 1/6 \times 4 = 29/6$, $\bar{Q}_2 = 25/6$, $\bar{Q}_3 = 7$, $\bar{Q}_4 = 17/6$. Максимальный средний ожидаемый доход равен 7 и соответствует третьему решению.

Правило минимизации среднего ожидаемого риска (другое название – критерий минимума среднего проигрыша).

В тех же условиях, что и в предыдущем случае, риск ЛПР при выборе i -го решения является случайной величиной R_i с рядом распределения

r_{i1}	r_{i2}	...	r_{in}
p_1	p_2	...	p_n

Математическое ожидание $M[R_i]$ и есть средний ожидаемый риск, обозначаемый также \bar{R}_i : $\bar{R}_i = M[R_i] = \sum_{j=1}^n p_j r_{ij}$. Правило рекомендует принять решение, влекущее минимальный средний ожидаемый риск: $\min_i \bar{R}_i = \min_i \sum_{j=1}^n p_j r_{ij}$.

Пример 2.7.

Исходные данные те же, что и в примере 2.6. Определить, при каком варианте решения достигается наименьший средний ожидаемый риск, и найти величину минимального среднего ожидаемого риска (проигрыша).

Решение.

Для каждого i -го варианта решения найдем величину среднего ожидаемого риска. На основе заданной матрицы риска R найдем: $\bar{R}_1 = 1/2 \times 3 + 1/6 \times 3 + 1/6 \times 0 + 1/6 \times 8 = 20/6$, $\bar{R}_2 = 4$, $\bar{R}_3 = 7/6$, $\bar{R}_4 = 32/6$.

Следовательно, минимальный средний ожидаемый риск равен $7/6$ и соответствует третьему решению: $\min_i \bar{R}_i = \bar{R}_3 = 7/6$.

Замечание. Когда говорят о среднем ожидаемом доходе (выигрыше) или о среднем ожидаемом риске (проигрыше), то подразумевают возможность многократного повторения процесса принятия решения по описанной схеме или фактическое неоднократное повторение такого процесса в прошлом. Условность данного предположения заключается в том, что реально требуемого количества таких повторений может и не быть.

Критерий (правило) Лапласа равновероятности (безразличия). Этот критерий непосредственно не относится к случаю частичной неопределенности, его применяют в условиях полной неопределенности. Однако здесь предполагается, что все состояния среды (все варианты реальной ситуации) равновероятны – отсюда и название критерия. Тогда описанные выше схемы расчета можно приме-

нить, считая вероятности p_j одинаковыми для всех вариантов реальной ситуации и равными $1/n$. Так, при использовании критерия максимизации среднего ожидаемого дохода выбирается решение, при котором достигается $\max_i \bar{Q}_i = \max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n q_{ij}$.

А в соответствии с критерием минимизации среднего ожидаемого риска выбирается вариант решения, для которого обеспечивается $\min_i \bar{R}_i = \min_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij}$.

Пример 2.8.

Используя критерий Лапласа равновозможности для исходных данных примера 2.1, выбрать наилучший вариант решения на основе: 1) правила максимизации среднего ожидаемого дохода; 2) правила минимизации среднего ожидаемого риска.

Решение.

1) С учетом равновероятности вариантов реальной ситуации величины среднего ожидаемого дохода для каждого из вариантов решения составляют $\bar{Q}_1 = (5 + 2 + 8 + 4)/4 = 19/4$, $\bar{Q}_2 = 21/4$, $\bar{Q}_3 = 26/4$, $\bar{Q}_4 = 15/4$. Следовательно, наилучшим вариантом решения будет третий, и максимальный средний ожидаемый доход будет равен $26/4$;

2) для каждого варианта решения рассчитаем величины среднего ожидаемого риска на основе матрицы рисков с учетом равновероятности вариантов ситуации: $\bar{R}_1 = (3 + 3 + 0 + 8)/4 = 14/4$, $\bar{R}_2 = 3$, $\bar{R}_3 = 7/4$, $\bar{R}_4 = 18/4$. Отсюда следует, что наилучшим будет третий вариант, и при этом минимальный средний ожидаемый риск составит $7/4$.

2.5.4. Оптимальность по Парето двухкритериальных финансовых операций в условиях неопределенности

Из рассмотренного выше следует, что каждое решение (финансовая операция) имеет две характеристики, которые нуждаются в оптимизации: средний ожидаемый доход и средний ожидаемый риск. Таким образом, выбор наилучшего решения является оптимизационной двухкритериальной задачей. В задачах многокритериальной оптимизации основным понятием является понятие *оптимальности по Парето*¹. Рассмотрим это понятие для финансовых операций с двумя указанными характеристиками.

Пусть каждая операция a имеет две числовые характеристики $E(a)$, $r(a)$ (например, эффективность и риск); при оптимизации E стремятся увеличить, а r уменьшить. Существует несколько способов постановки подобных оптими-

¹ Критерий оптимальности итальянского экономиста В. Парето применяется при решении многокритериальных задач, в которых оптимизация означает улучшение одних показателей при условии, что другие при этом не ухудшаются.

зационных задач. Рассмотрим такую задачу в общем виде. Пусть A – некоторое множество операций, которые обязательно различаются хотя бы одной характеристикой. При выборе наилучшей операции желательно, чтобы E было больше, а r меньше.

Будем говорить, что операция a *доминирует* операцию b , и обозначать $a > b$, если $E(a) \geq E(b)$ и $r(a) \leq r(b)$ и хотя бы одно из этих неравенств строгое. При этом операция a называется *доминирующей*, а операция b – *доминируемой*. Очевидно, что никакая доминируемая операция не может быть признана наилучшей. Следовательно, наилучшую операцию надо искать среди недоминируемых операций. Множество недоминируемых операций называется *множеством (областью) Парето* или *множеством оптимальности по Парето*¹. Для множества Парето справедливо утверждение, что каждая из характеристик E, r является однозначной функцией другой, то есть на множестве Парето по одной характеристике операции можно однозначно определить другую.

Вернемся к анализу финансовых решений в условиях частичной неопределенности. Как показано в разделе 2.5.3, каждая операция характеризуется средним ожидаемым риском \bar{R} и средним ожидаемым доходом \bar{Q} . Если ввести прямоугольную систему координат, на оси абсцисс которой откладывать значения \bar{R} , а на оси ординат – значения \bar{Q} , то каждой операции будет соответствовать точка (\bar{R}, \bar{Q}) на координатной плоскости. Чем выше эта точка на плоскости, тем доходнее операция; чем правее точка, тем операция более рискованная. Следовательно, при поиске недоминируемых операций (множества Парето) нужно выбирать точки выше и левее. Таким образом, множество Парето для исходных данных примеров 2.6 и 2.7 состоит только из одной операции – третьей.

Для определения лучшей операции в ряде случаев можно применять некоторую *взвешивающую формулу*, в которую характеристики \bar{R} и \bar{Q} входят с определенными весами и которая дает одно число, задающее лучшую операцию. Пусть, например, для операции i с характеристиками (\bar{R}_i, \bar{Q}_i) взвешивающая формула имеет вид $f(i) = 3\bar{Q}_i - 2\bar{R}_i$, и наилучшая операция выбирается по максимуму величины $f(i)$. Эта взвешивающая формула означает, что ЛПП согласен на увеличение риска на три единицы, если доход операции увеличится при этом не менее чем на две единицы. Таким образом, взвешивающая формула выражает отношение ЛПП к показателям дохода и риска.

¹ Множеством, или областью, Парето в общем случае называют множество всех допустимых решений, для которых невозможно одновременно улучшить все частные показатели эффективности в задачах многокритериальной оптимизации, то есть невозможно улучшить хотя бы один из них, не ухудшая остальных. Принадлежащие множеству Парето решения называются *эффективными*, или *оптимальными по Парето*.

Пример 2.9.

Пусть исходные данные те же, что и в примерах 2.6 и 2.7, то есть для матриц последствий и риска примера 2.1 известны вероятности вариантов развития реальной ситуации: $p_1 = 1/2, p_2 = 1/6, p_3 = 1/6, p_4 = 1/6$. В этих условиях ЛПР согласен на увеличение риска на две единицы, если при этом доход операции увеличится не менее чем на одну единицу. Определить для этого случая наилучшую операцию.

Решение.

Взвешивающая формула имеет вид $f(i) = 2\bar{Q}_i - \bar{R}_i$. Используя результаты расчетов в примерах 2.6 и 2.7, находим:

$$f(1) = 2 \times 29/6 - 20/6 = 6,33; f(2) = 2 \times 25/6 - 4 = 4,33;$$

$$f(3) = 2 \times 7 - 7/6 = 12,83; f(4) = 2 \times 17/6 - 32/6 = 0,33.$$

Следовательно, лучшей является третья операция, а худшей – четвертая.

Если вы не можете измерить объект ...,
то ваше знание о нем убого... .

Лорд Кельвин

3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЯ РИСКОВ И ОЦЕНИВАНИЯ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Возможность корректного оценивания рисков и их последствий для функционирования экономических систем, прежде всего, зависит от измерительных шкал и принятых показателей. В связи с этим рассмотрим такие шкалы и методологические подходы к построению показателей рисков и их последствий.

3.1. ШКАЛЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РИСКОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Любому экономисту, пытающемуся построить теоретическую модель, обобщающую конкретные факты, рекомендуется сделать это в строго математической форме.

Р. Аллен

Измерение рисков и их последствий для функционирования экономической системы заключается в сопоставлении результатов оценки этих величин с пунктами соответствующей шкалы. В связи с этим с методологической точки зрения целесообразно сформулировать общие определения измерительной шкалы и процедуры измерения и далее рассмотреть основные типы применяемых для измерения рисков и их последствий шкал.

Измерительной шкалой $\Theta = (E; R)$ называется [36] множество $E = \{e\}$, на котором задана совокупность отношений $R = \{R_i, i = 1, 2, \dots, I\}$.

Элементы множества E называются **пунктами шкалы** Θ , а само множество E – **носителем шкалы** Θ . Совокупность отношений R образует **структуру шкалы** Θ .

Измерением объекта z по шкале Θ называется процедура, указывающая образу $e = e(z)$ объекта z его место (пункт шкалы) среди всех возможных образов (пунктов шкалы) измеряемых объектов.

Сформулированные определения измерительной шкалы и процедуры измерения являются достаточно общими. Они охватывают не только классические

измерения, но и позволяют произвольно выбирать носитель шкалы и свободно варьировать его структуру. Таким образом, предоставляется возможность достаточно адекватно отражать систему взаимоотношений разнокачественных объектов и, следовательно, измерять их любые качества.

Исходя из указанных определений, далее рассмотрим наиболее распространенные при измерении рисков и их последствий типы шкал.

3.1.1. Шкала наименований

Предположим, что число различимых по рискам и их последствиям результатов функционирования системы конечно. Каждому такому результату поставим в соответствие обозначение (наименование), отличное от других результатов. Например, можем полагать, что по уровню риска и последствий его реализации с позиций инвестора инвестиционный проект может быть «неудовлетворительным» и «удовлетворительным». Тогда каждое такое наименование будет характеризовать класс эквивалентности (множество неразличимых по уровню риска или последствиям реализации риска результатов функционирования системы), а измерение риска или его последствий будет состоять в определении принадлежности результата функционирования тому или иному классу эквивалентности. Такое измерение принято называть **измерением в шкале наименований**. Шкалу наименований иногда называют **классификационной** или **номинальной**. Обозначения классов в такой шкале – только наименования. Даже если они обозначаются цифрами, операций, подобных операциям с числами, с ними производить нельзя. Например, если на майке одного бегуна стоит номер 3, а другого – 6, то это не значит, что второй бежит вдвое быстрее или медленнее. Единственной допустимой в шкале наименований операцией является проверка совпадения по уровню риска или по последствиям его реализации результатов функционирования экономической системы. То есть на основе измерений в шкале наименований мы можем установить следующее:

1⁰ либо $A = B$, либо $A \neq B$;

2⁰ если $A = B$, то $B = A$ (симметричность);

3⁰ если $A = B$ и $B = C$, то $A = C$ (транзитивность).

Здесь A, B, C – непересекающиеся подмножества некоторого множества Ω элементарных исходов функционирования системы.

Соотношения 1⁰, 2⁰, 3⁰ называют аксиомами тождества. Им и только им удовлетворяют измерения в шкале наименований (классификационной шкале). В тех же случаях, когда результаты измерения необходимо не только отождествлять, но и сравнивать, применяют более сильные шкалы. Следующими по силе за классификационными являются порядковые шкалы.

3.1.2. Порядковые шкалы

Порядковые, или, как их иногда называют, ранговые шкалы задаются путем выделения на множестве Ω элементарных исходов функционирования экономической системы конечного множества $\Psi = \{\psi_i | i = 1, 2, \dots, L\}$ подмножеств $\psi_i \in \Omega$ с заданным в нем отношением включения (отношением порядка). Они, в частности, применяются, когда любые классы $\psi_i, \psi_j, \psi_k \in \Psi$ измерений удовлетворяют следующим аксиомам упорядоченности.

4⁰ если $\psi_i > \psi_j$, то $\psi_j < \psi_i$;

5⁰ если $\psi_i > \psi_j$ и $\psi_j > \psi_k$, то $\psi_i > \psi_k$.

Таким образом, обозначив классы эквивалентности измерений некоторыми символами и установив между символами отношения 4⁰, 5⁰, мы получим **шкалу простого порядка**. Примером такой шкалы может служить ранее указанная шкала оценки инвестиционного проекта при условии, что классы состояний «неудовлетворительный», «удовлетворительный» определены по мере увеличения прибыли инвестора от реализации проектов или по мере уменьшения рисков. Другим примером такой шкалы может служить последовательность воинских или специальных званий.

Иногда не каждую пару классов эквивалентности измерений можно упорядочить по предпочтению, то есть некоторые классы считаются равными. В этом случае аксиомы 4⁰, 5⁰ принимают вид:

4¹ либо $\psi_i \geq \psi_j$, либо $\psi_i \leq \psi_j$;

5¹ если $\psi_i \geq \psi_j$ и $\psi_j \geq \psi_k$, то $\psi_i \geq \psi_k$.

Шкалу, соответствующую аксиомам 4¹, 5¹, называют **шкалой слабого порядка**.

Иногда при построении порядковой шкалы имеются несравнимые между собой пары подмножеств множества Ω результатов функционирования экономической системы. То есть нельзя утверждать, что $\psi_i \geq \psi_j$ и что $\psi_j \geq \psi_i$. Тогда получаемая шкала называется **шкалой частичного порядка**. Например, шкала частичного порядка возникает, когда инвестор затрудняется однозначно упорядочить по предпочтению те или иные классы инвестиционных проектов.

Характерной особенностью порядковых шкал является то, что **отношение порядка ничего не говорит о расстоянии между сравниваемыми классами эквивалентности**. Проиллюстрируем это положение на примере шкалы твердости по Моосу. В 1811 г. немецкий минералог Ф. Моос предложил шкалу твердости. В ней за эталоны в порядке возрастания твердости приняты следующие минералы: 1) тальк, 2) гипс, 3) кальций, 4) флюорит, 5) апатит, 6) ортоклаз, 7) кварц, 8) топаз, 9) корунд, 10) алмаз. Причем более твердым является минерал, оставляющий царапины на другом.

Вместе с тем в шкале Мооса градации твердости не носят числового характера, то есть нельзя сказать, например, что алмаз в два раза тверже апатита и в десять раз тверже талька.

3.1.3. Интервальные шкалы

Дальнейшее усиление измерительных шкал связано с установлением расстояний между классами эквивалентности. Эти расстояния могут измеряться в произвольных, но одинаковых по всей длине выбранной шкалы единицах. То есть равным расстояниям между объектами на такой шкале соответствуют равные интервалы. Шкалы, для которых наряду с аксиомами 1^0 – 5^0 определены и расстояния, принято называть **интервальными**. Характерной особенностью интервальных шкал является независимость отношений любых двух интервалов от принятых единиц длины и начала отсчета. Действительно, пусть два одних и тех же интервала в одной шкале выражаются числами X_1, X_2 , а в другой Y_1, Y_2 соответственно, тогда $X_1/X_2 = Y_1/Y_2$. Из этого следует, что начало отсчета и единицы длины в интервальных шкалах могут выбираться произвольно, а связь между результатами измерения одних и тех же величин в них определяется соответствующей линейной функцией: $Y = aX + b$, $a > 0$, $-\infty < b < \infty$. Сформулированные положения формально означают, что шкала интервалов единственна с точностью до линейных преобразований.

Примерами физических величин, которые по своей природе допускают свободу выбора начала отсчета и измеряются в интервальных шкалах, являются время, температура и т.п. Например, начало летоисчисления у христиан установлено от Рождества Христова, а у мусульман – от переезда пророка Мухаммеда в Медину, то есть на 622 года позднее. Единицы же летоисчисления привязаны к периодам движения Солнца и Луны.

Определение принадлежности к тому или иному классу эквивалентности (определение значения символа Кронекера) является единственной допустимой операцией над результатами измерений в шкале наименований. В порядковой шкале дополнительно допустима операция вычисления ранга наблюдения. В интервальной шкале новой допустимой операцией является определение интервала между результатами измерений. Арифметические операции в ней можно производить только над интервалами. Если же проводить арифметические операции над самими пунктами шкалы, то могут быть получены бессмысленные результаты. Например, если сказать, что при нагреве воды от 9° до 18° по шкале Цельсия температура воды увеличилась в два раза, то для тех, кто применяет шкалу Фаренгейта, этот вывод будет странным. Действительно, связь между этими шкалами выражается формулой $T^F = 5T^C/9 + 32$. Следовательно, в описанном опыте вода нагреется от 37° до 42° по Фаренгейту.

Включение начала отсчета и единицы длины интервала во множество допустимых арифметических операций непосредственно над результатами измерений требует дополнительного усиления измерительной шкалы. Такое усиление обеспечивается в шкалах отношений.

3.1.4. Шкалы отношений

Пусть наряду с аксиомами 1^0 – 5^0 результаты измерений удовлетворяют и аксиомам аддитивности:

6^0 если $A = C$ и $B > 0$, то $A + B > C$;

7^0 $A + B = B + A$;

8^0 если $A = C$ и $B = D$, то $A + B = C + D$;

9^0 $(A + B) + C = A + (B + C)$.

Над результатами измерений в такой шкале можно производить любые арифметические операции. Действительно, аксиомы аддитивности обеспечивают корректность операции сложения, а вычитание, умножение и деление являются частными случаями сложения и, следовательно, также корректны в рассматриваемой шкале. Шкалы, удовлетворяющие аксиомам 1^0 – 9^0 , принято называть **шкалами отношений**. Это обусловлено тем, что в них отношение двух наблюдаемых значений измеряемой величины не зависит от того, в какой из шкал проводились измерения, то есть $x_1/x_2 = y_1/y_2$. Следовательно, результаты измерений некоторой физической величины в различных шкалах этого типа связаны соотношением $Y = A \times X$ ($A > 0$). Величины, измеряемые в шкалах отношений, имеют естественный абсолютный нуль. Выбор же единиц измерения в них произволен. Примерами величин, измеряемых в таких шкалах, могут служить вес, расстояние, сила тока, прибыль экономической системы и т.п.

3.1.5. Абсолютная шкала

Рассмотренные шкалы интервалов и отношений являются единственными с точностью до линейных преобразований. Кроме того, шкала отношений имеет единственный абсолютный нуль. Дальнейшее усиление шкалы связано с введением и абсолютной единицы. Такая шкала не единственна с точностью до какого-либо преобразования, а уникальна. Поэтому ее принято называть **абсолютной шкалой**. Свойствами абсолютной шкалы обладает числовая ось. Она применяется в явной форме как измерительная шкала при счете предметов, а как вспомогательное средство присутствует во всех других шкалах. Отвлеченность (безразмерность) единиц числовой оси позволяет проводить над показаниями соответствующей ей измерительной шкалы те операции, которые недопустимы в других шкалах. Например, можно употреблять эти показания в качестве основания логарифма или показателя степени. Внутренние свойства числовой оси при всей ее кажущейся простоте еще далеко не исчерпаны. Доказательством этого служит то, что теория чисел, несмотря на многовековую историю развития, еще далека от завершения.

3.1.6. Вероятностная шкала

Вероятностная шкала является частным случаем абсолютной. Она находит широкое применение в рамках стохастического подхода к измерению рисков и последствий их реализации. В основу стохастического подхода положено представление функционирования экономической системы в виде соответствующего случайного процесса. Для уяснения возможности такого представления целесообразно привести достаточно строгое формальное описание вероятностных шкал и указать их связь с эмпирическим базисом. Целесообразность этого обусловлена тем, что чрезвычайно широкое применение стохастического подхода при измерении рисков и оценивании последствий их реализации привело к тому, что его исходные предпосылки перешли в сферу «общеизвестного». Вместе с тем «общеизвестность» какой-либо концепции зачастую означает лишь отсутствие четкого осознания границ ее применения.

Основными понятиями, необходимыми для определения вероятностных шкал, являются понятия стохастического эксперимента, события, вероятности события и случайной величины. При описании этих понятий в настоящее время принято исходить из теоретико-множественной концепции теории вероятностей, предложенной А.Н. Колмогоровым в 1929 г. [37]. Ее исходным понятием является стохастический эксперимент. Он определяет место теоретико-вероятностного (стохастического) подхода в снятии неопределенности, присущей реальным процессам. Все физические эксперименты можно условно разделить на две группы. Первую группу составляют эксперименты, в которых весь комплекс условий Z^* , определяющих результаты, является контролируемым, а вторую – эксперименты, в которых $Z^* = \{z_1, z_2\}$, где z_1 – контролируемые, а z_2 – неконтролируемые условия. Результаты экспериментов первой группы являются детерминированными, а второй – недетерминированными.

Эксперименты второй группы, в свою очередь, можно условно разделить на два класса. К первому классу относятся эксперименты, в которых при неограниченном увеличении количества их повторений с фиксированными условиями $z_1 \subset Z^*$ относительная частота любого наблюдаемого результата стремится к соответствующей постоянной величине, то есть эксперименты, обладающие стохастической устойчивостью. Ко второму – эксперименты, не обладающие подобной устойчивостью и, следовательно, принципиально непредсказуемые. Объектами исследования теории вероятностей (стохастическими экспериментами) являются недетерминированные эксперименты первого из рассмотренных классов.

Первое фундаментальное предположение теоретико-множественной концепции теории вероятностей состоит в том, что совокупность возможных результатов стохастического эксперимента можно представить в виде соответствующего множества Ω . Например, для эксперимента, заключающегося в бросании монеты, множество $\Omega = \{0, 1\}$, где 0 – решка, 1 – герб. Множество Ω может быть дискретным или непрерывным. Если Ω дискретно, то оно может быть конечным

(содержать конечное число элементов) или бесконечным (счетным). Если Ω непрерывно, то оно имеет мощность континуума. Примером непрерывного Ω может служить множество возможных результатов измерений координат объекта.

Точки ω множества Ω ($\omega \in \Omega$) принято называть элементарными событиями. В ряде случаев нет смысла наблюдать элементарные события, наблюдению подлежат только некоторые подмножества A_i ($i = 1, 2, \dots$) множества Ω элементарных событий. Любое из этих подмножеств называют событием.

Связь введенного понятия события с теоретико-множественными понятиями приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

**Взаимосвязь теоретико-множественных
и теоретико-вероятностных понятий**

№ п/п	Теория вероятностей	Теория множеств
1	Достоверное событие	Множество Ω
2	Невозможное событие	Пустое множество \emptyset
3	Элементарное событие	$\omega \in \Omega$ – точка множества
4	Событие	$A \subset \Omega$ – подмножество A множества Ω
5	Из события A следует событие B	$A \subseteq B \subset \Omega$ – подмножество $A \subset \Omega$ содержится в подмножестве $B \subset \Omega$
6	C – сумма событий A и B , то есть событие, заключающееся в том, что произошло либо событие A , либо событие B	$C = A \cup B$ – объединение множеств $A \subset \Omega$ и $B \subset \Omega$
7	D – совмещение событий A и B , то есть событие, заключающееся в том, что произошли события A и B	$D = A \cap B$ – пересечение множеств $A \subset \Omega$ и $B \subset \Omega$
8	\bar{A} – событие, противоположное A	\bar{A} – дополнение множества A до Ω
9	События A и B несовместимы	$A \cap B = \emptyset$ – множества $A \subset \Omega$ и $B \subset \Omega$ не имеют общих точек
10	E – разность событий A и B	E – разность множества $A \subset \Omega$ и $B \subset \Omega$ ($E = A / B$)

Следующим фундаментальным понятием, подлежащим определению, является понятие вероятности события.

В концепции А.Н. Колмогорова вероятность $P(A)$ события A вводится как функция от A , удовлетворяющая следующим условиям (вероятностным аксиомам):

1) $P(A) \geq 0$ для всех $A \subset \Omega$;

2) $P(\Omega) = 1$;

3) если $A_i (i = 1, 2, \dots)$ – конечная или счетная последовательность непересекающихся подмножеств из Ω (несовместимых событий), то

$$P\left(\bigcup_i A_i\right) = \sum_i P(A_i).$$

Аксиомы (1) – (3) являются необходимыми. Как следствие, из них получают соотношения

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A), A, \bar{A} \in \Omega;$$

$$P(\emptyset) = 0,$$

где \bar{A} – дополнение множества A до Ω .

Введенное таким образом понятие вероятности события является абстрактным и без интуитивных соображений не может быть соотнесено с реальным физическим экспериментом. Физически же $P(A)$ может интерпретироваться как предел, к которому стремится относительная частота события, заключающегося в том, что результат $\omega \subset \Omega$ соответствующего стохастического эксперимента принадлежит множеству $A \subset \Omega$.

Если множество Ω дискретно, то введение понятия вероятности любого события $A \subset \Omega$ не представляет принципиальной трудности. Для этого достаточно, например, присвоить значения вероятностей элементарным событиям.

Если Ω непрерывно, то ненулевые вероятности элементарным событиям присвоить нельзя, поскольку неясно, как организовать континуальное суммирование этих вероятностей, чтобы выполнялись аксиомы (2) – (3). Аналогичная ситуация возникает и в том случае, если Ω непрерывно, а в качестве события, имеющего конечную вероятность, рассматривается любое его подмножество (множество всех подмножеств для непрерывного Ω также имеет мощность континуума).

В связи с указанными обстоятельствами не представляется возможным считать произвольные подмножества $A \subset \Omega$ событиями. В Ω следует выделить класс событий, подлежащих рассмотрению. Он должен охватывать все события, возникающие при решении практических задач. В то же время он должен быть ограничен таким образом, чтобы обеспечивалась возможность корректного введения понятия вероятности, удовлетворяющего аксиомам (1) – (3). Для выделения такого класса в теоретико-множественной концепции теории вероятностей используется понятие σ -алгебры событий.

Определение 3.1. Класс событий U , определенный на Ω , называется алгеброй событий, если он содержит достоверное событие Ω , невозможное событие \emptyset

и вместе с любой парой событий $A \subset U$ и $B \subset U$ содержит их сумму $A \cup B = U$, а также для любого события $A \subset U$ содержит противоположное событие $\bar{A} \subset U$.

Например, $U = \{\emptyset, \Omega\}$ образует тривиальную алгебру, поскольку содержит достоверное событие $\emptyset \subset U$, сумму любой пары событий $\Omega \cup \emptyset = \Omega \subset U$, для события $\Omega \subset U$ включает противоположное $\emptyset \subset U$. Аналогично можно показать, что минимальная алгебра, содержащая любое заданное событие $A \subset \Omega$, состоит из четырех событий $U = \{\Omega, \emptyset, A, \bar{A}\}$.

Понятие алгебры вводится для корректного введения алгебраических операций над конечным числом подмножеств множества Ω . Для распространения этих операций на бесконечное, но счетное число подмножеств вводят понятие σ -алгебры.

Определение 3.2. Алгебра событий называется σ -алгеброй, если она вместе с произвольной последовательностью событий содержит их сумму.

Из определений 3.1 и 3.2 в частности следует, что счетное число алгебраических операций над событиями, принадлежащими σ -алгебре, вновь приводит к событиям из этой же σ -алгебры. В целом введение σ -алгебры на множестве элементарных событий обусловлено необходимостью преодоления ряда формальных трудностей, связанных с корректным построением теоретико-множественной концепции теории вероятностей.

Определение 3.3. Совокупность $\{\Omega, \sigma, P\}$, включающая множество Ω элементарных событий, выделенную на нем σ -алгебру событий (подмножество) и определенную на σ меру P , удовлетворяющую аксиомам (1) – (3), называется вероятностным пространством, а мера P – вероятностью.

Вероятностное пространство является исходным объектом теоретико-множественной концепции теории вероятностей. Вместе с тем при решении многих прикладных задач оно в явном виде не присутствует. Уйти от явного задания вероятностного пространства позволяет введение понятия случайной величины и ее функции распределения. Понятию случайной величины соответствует представление об эксперименте, заключающемся в измерении некоторой физической величины, например рыночной стоимости того или иного продукта, количества проданных товаров за установленное время и т.п. Причем результат измерений является известной функцией некоторого комплекса статистически устойчивых условий, механизм возникновения которых в эксперименте не контролируется.

Каждой совокупности условий поставлен в соответствие элемент ω множества элементарных событий Ω стохастического эксперимента с вероятностным пространством $\{\Omega, \sigma, P\}$. Таким образом, проведя стохастический эксперимент и получив $\omega \in \Omega$, определяют искомый результат измерений – случайную величину $X(\omega)$.

Определение 3.4. Случайной величиной на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$ называется σ -измеримая функция $X(\omega)$, определенная на множестве элементарных событий и принимающая значения из некоторого непрерывного или дискретного множества Y .

Измеримость функции $X(\omega)$ в данном случае является формальным отражением (моделью) возможности наблюдать рассматриваемую случайную величину в эксперименте. То есть при проведении эксперимента мы можем указать, приняла ли она то или иное значение, определить относительную частоту и, следовательно, вероятность каждого значения или их некоторого множества.

Термин « σ -измеримая» отражает тот факт, что измеримыми множествами на Ω являются только множества, принадлежащие σ -алгебре. Только этим множествам (событиям) в теоретико-множественной концепции теории вероятностей присваиваются конечные значения вероятностей, и наблюдаемыми являются не элементарные исходы стохастического эксперимента, а их принадлежность тем или иным подмножествам σ -алгебры множеств на Ω .

Заметим, что с позиций стохастического эксперимента нельзя различить случайные величины, которые с вероятностью 1 равны между собой. В связи с этим под случайной величиной можно было бы понимать целый класс измеримых функций, отличающихся друг от друга на множествах, вероятности которых равны нулю. Однако последовательное проведение этой точки зрения наталкивается на ряд сложностей. Например, рассмотрим стохастический эксперимент, состоящий в бросании на отрезок $[0, 1]$ числовой оси некоторой точки. Исходами этого эксперимента являются точки отрезка $[0, 1]$, поэтому $\Omega = [0, 1]$. Событиями, принадлежащими σ -алгебре на Ω (наблюдаемыми событиями), будем полагать все интервалы вида $0 \leq \alpha < \omega < b \leq 1$, где ω – результат эксперимента, а α и b – произвольные точки отрезка $[0, 1]$. Зададим на Ω две действительные функции $X_1(\omega)$ и $X_2(\omega)$, отличающиеся друг от друга только в рациональных точках отрезка $[0, 1]$. Тогда, поскольку множество рациональных точек счетное, а вероятность попадания в точку равна нулю, то и вероятность попадания в множество рациональных точек равна нулю. Следовательно, случайные величины $X_1(\omega)$ и $X_2(\omega)$ неразличимы.

В связи с указанными обстоятельствами принято под случайной величиной понимать конкретную функцию, а эквивалентность случайных величин обозначить особо.

Определение 3.5. Случайные величины $X_1(\omega)$ и $X_2(\omega)$ называются стохастически эквивалентными, если $P\{X_1 \neq X_2\} = 0$.

В приложениях теории вероятностей при проведении стохастического эксперимента обычно регистрируют (наблюдают) значение случайной величины $X(\omega)$, но не регистрируют, каким элементарным исходом $\omega \in \Omega$ закончился сам эксперимент, то есть регистрируют значение функции, а не значение аргумента. Целесообразность этого обусловлена тем, что при различных значениях ω случайная величина $X(\omega)$ может принимать одни и те же значения и, следовательно, множество возможных значений случайной величины проще множества Ω элементарных исходов. Например, пусть стохастический эксперимент заключается в бросании игральной кости и наблюдаемая случайная величина $X(\omega)$ есть число выпавших очков. Множество Ω элементарных событий вводится из следующих соображе-

ний. Движение твердого тела вполне определено, если в некоторый момент времени заданы шесть параметров, определяющих его положение в пространстве, а также скорости изменения этих параметров. Под элементарным событием $\omega \in \Omega$ понимается набор из этих параметров, измеренных в момент бросания кости с точностью, обеспечивающей определение числа выпавших очков. Тогда, зная ω , мы знаем и $X(\omega)$. Однако при регистрации ω возникают непреодолимые трудности, а $X(\omega)$ наблюдать легко. Кроме того, возможных значений ω очень много, а значений $X(\omega)$ всего шесть.

Пусть $X(\omega)$ – дискретная случайная величина, определенная на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$. Обозначим через $Y = \{x_1, x_2, \dots, x_n, \dots\}$ множество ее различных значений, а через $\{X = x_i\} = \{\omega: (\omega \in \Omega, X(\omega) = x_i)\}$ – множество элементарных событий, при которых случайная величина $X(\omega)$ принимает значение x_i . Очевидно, что $\{X = x_i\}$ есть подмножество Ω , которое принадлежит σ -алгебре, то есть является событием. Обозначим через p_i вероятность этого события:

$$p_i = P(X = x_i) = \sum_{\omega: X(\omega) = x_i} P(\omega).$$

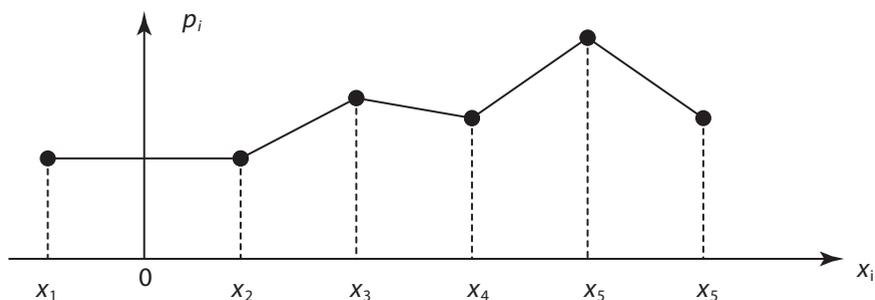
Тогда таблица вида 3.2 ставит в соответствие различным значениям случайной величины их вероятности и называется рядом распределения рассматриваемой дискретной случайной величины X .

Таблица 3.2

Ряд распределения дискретной случайной величины

x_i	x_1	x_2	x_3	...	x_n	...
p_i	p_1	p_2	p_3	...	p_n	...

Графическое изображение ряда распределения называется многоугольником распределения (рис. 3.1).



Р и с . 3.1. Многоугольник распределения дискретной случайной величины

Ряд распределения полностью (с точностью до множества точек меры нуль) определяет соответствующую случайную величину $X(\omega)$, заданную на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$, и при этом более удобен для приложений.

Поэтому в приложениях теории вероятностей, как правило, имеют дело не с самими случайными величинами, а с их распределениями.

Пусть теперь $X(\omega)$ – непрерывная случайная величина, определенная на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$ и принимающая значения из некоторого подмножества Y n -мерного евклидова пространства R^n . Вероятность того, что случайная величина примет любое конкретное значение $x \in Y$, равна нулю. Для непрерывных случайных величин имеет смысл только вероятность попадания их в некоторую окрестность любой точки $x \in Y$. Малую окрестность точки $x \in Y$ будем обозначать через dx .

Определение 3.6. Функция $f(x)$ называется плотностью распределения непрерывной случайной величины $X(\omega)$, определенной на $\{\Omega, \sigma, P\}$ и принимающей значения из $Y \subset R^n$, если вероятность того, что $X(\omega)$ примет значение из любого множества $B \subset Y$, выражается в виде

$$P(B) = \int_B f(x) dx.$$

Введенная таким образом функция плотности распределения является аналогом ряда распределения дискретной случайной величины. Как и ряд, она полностью определяет соответствующую случайную величину. Ее применение позволяет отказаться от явного построения вероятностного пространства и поэтому удобно для приложений.

В целом введение вероятностной меры на пространстве элементарных событий и определение ее для любого исхода функционирования стохастической системы может быть использовано для непосредственного оценивания эффективности процесса функционирования рассматриваемой системы.

3.2. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ШКАЛ

Математика подобна мясорубке, она может переработать любое мясо, но для того чтобы получить хорошие котлеты, нужно и хорошее мясо.

Гексли

Анализ рассмотренных шкал показывает, что, чем сильнее шкала, тем больше сведений об изучаемом объекте дают измерения. Однако важно иметь в виду, что выбор шкалы должен соответствовать совокупности отношений, которым подчинена измеряемая величина. Применение более слабых шкал ведет к потере инфор-

мации, а более сильные могут ввести в заблуждение, поскольку измеряемые величины не будут иметь той силы, на которую ориентируется обработка результатов измерения.

Типичным примером подобного необоснованного усиления шкалы является часто применяемая при управлении экономическими системами оцифровка шкалы наименований или порядковой шкалы и последующая работа с результатами измерений как с обыкновенными числами. Например, принятая повсеместно операция определения «среднего балла» при дискретной (пятибалльной, десятибалльной и т.п.) системе оценивания уровня знаний не имеет никакого физического смысла. Аналогично в таможенном деле широко применяются балльные подходы к оценке рисков. Их применение подобно процедуре определения средней температуры у больных, находящихся в лечебном заведении.

В целом сравнительная оценка основных классов измерительных шкал приведена в таблице 3.3 [38].

Таблица 3.3

**Сравнительная характеристика основных классов
измерительных шкал**

Название шкалы	Определяющие отношения	Эквивалентное преобразование шкал	Допустимые операции над данными (первичная обработка)	Вторичная обработка данных
Номинальная	Эквивалентность	Перестановки наименований	Вычисление символа Кронекера δ_{ij}	Вычисление относительных частот и операций над ними
Порядковая	Эквивалентность; предпочтение	Не изменяющее порядка (монотонное)	Вычисление δ_{ij} и рангов R_i	Вычисление относительных частот и выборочных квантилей, операций над ними
Интервальная	Эквивалентность; предпочтение; сохранение отношения интервалов	Линейное преобразование $y = ax + b$, $a > 0$, $b \in R$	Вычисление δ_{ij} , рангов R_i и интервалов (разностей между наблюдениями)	Арифметические действия над интервалами
Отношений	Эквивалентность; предпочтение;	Растяжение $y = ax$, $a > 0$	Все арифметические операции	Любая подходящая обработка

Название шкалы	Определяющие отношения	Эквивалентное преобразование шкал	Допустимые операции над данными (первичная обработка)	Вторичная обработка данных
	сохранение отношения интервалов; сохранение отношения двух значений			
Вероятностная	Эквивалентность; предпочтении; сохранение отношения интервалов; сохранение отношения двух значений; абсолютная и безразмерная единица; абсолютный нуль	Шкала уникальна	Все арифметические операции, не приводящие к нарушению вероятностных аксиом (см. пп. 3.1.6); использование в качестве показателя степени, основания и аргумента логарифма и т.п.	Любая необходимая обработка

В ней наряду с другими характеристиками дается достаточно полный перечень допустимых операций над результатами измерений и процедур вторичной обработки этих результатов.

Применение не указанных в таблице 3.3 операций и процедур обработки результатов измерений в соответствующих шкалах недопустимо. Полученные в результате применения этих операций результаты могут ввести исследователя в заблуждение относительно истинных характеристик исследуемого явления. Из того, что что-то можно рассчитать, вовсе не следует, что считать необходимо и что полученный результат имеет смысл.

3.3. ИЗМЕРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ В ВЕРОЯТНОСТНОЙ ШКАЛЕ

Не усматривайте злого умысла в том, что вполне объяснимо другими факторами, например глупостью.

Е.Г. Анисимов

3.3.1. Природа стохастичности экономических процессов

Важнейшей концептуальной особенностью экономики является принципиальная невозможность проведения прямых полномасштабных экспериментов. Следовательно, ее законы, закономерности и принципы не могут быть в полной мере выведены непосредственно из опыта путем отсеивания по результатам эксперимента выдвигаемых гипотез, как это имеет место в естественно-научных теориях. В связи с этим в основу построения экономической теории, наряду с естественно-научной, должна быть положена и так называемая системная парадигма. В соответствии с ней формирование законов, закономерностей и принципов теории осуществляется на основе экспериментов над различными моделями исследуемых процессов. Практической же проверке подлежат только доступные для прямых экспериментов следствия. Все это в полной мере относится к проблеме априорной оценки экономических рисков.

Математическая модель для оценки (априорного измерения) экономических рисков может содержать либо детерминированные параметры и связи, либо стохастические, но не может (по крайней мере при нынешнем состоянии науки) содержать неопределенности.

Выбор детерминированного либо стохастического подхода к моделированию экономических рисков зависит от целей моделирования, возможной точности определения исходных данных, требуемой точности результатов и отражает информацию исследователя о природе причинно-следственных связей реального экономического процесса. При этом неопределенные факторы, которые могут иметь место в реальных процессах, должны быть приближенно представлены как детерминированные или стохастические. Характер параметров, входящих в модель, относится к тем исходным допущениям, которые могут быть обоснованы только эмпирически. Соответствующая гипотеза о детерминированном или стохастическом характере параметров и связей модели принимается в том случае, если она в пределах требуемой или возможной точности определения этих параметров не противоречит опытным данным.

Большинство современных моделей оценки экономических рисков основано на теоретико-вероятностных конструкциях. В связи с этим целесообразно рассмотреть вопрос об исходных посылах применимости таких конструкций к моделированию экономических процессов.

Теория вероятностей изучает математические модели экспериментов (реальных явлений), исход которых не вполне однозначно определяется условиями опыта. Поэтому неоднозначность экономических процессов и присущих им рисков часто является решающей в выборе стохастического (вероятностного) подхода к моделированию в интересах оценки рисков. Вместе с тем не всегда учитывается, что аппарат теории вероятностей применим для описания и изучения не любых экспериментов с неопределенными исходами, а лишь экспериментов, исходы которых обладают статистической устойчивостью (см. пп. 3.1.6). Тем самым важнейший вопрос об эмпирическом обосновании применимости теоретико-вероятностных методов к рассматриваемым конкретным характеристикам экономических процессов иногда полностью выпадает из поля зрения.

Применимость методов теории вероятностей для исследования тех или иных экономических процессов может быть обоснована только эмпирически на основе анализа статистической устойчивости характеристик этих процессов.

Статистическая устойчивость представляет собой устойчивость эмпирического среднего, частоты события или каких-либо других характеристик протокола измерений исследуемого параметра.

Рассмотрим один из возможных подходов к анализу статистической устойчивости.

Пусть фиксируется значение некоторого параметра экономического процесса в одних и тех же контролируемых условиях функционирования экономической системы. Протокол серии этих однородных испытаний имеет вид числовой последовательности

$$\{X(n)\}_1^N = \{X(1), X(2), \dots, X(m), \dots, X(N)\},$$

где n – номер испытания ($n = \overline{1, N}$);

$X(n)$ – значение измеряемой (фиксируемой) характеристики при n -м испытании.

По мере увеличения количества проведенных испытаний мы анализируем протокол $\{X(n)\}_1^m$, $m = \overline{1, N}$ (m – номер последнего испытания) с целью предсказать значение $X(m+1)$. Простейший подход к предсказанию заключается в вычислении эмпирического среднего

$$M_m[X] = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m X(n), \quad m = \overline{1, N}.$$

Протокол величин $M_m[X]$ обозначим через $\{M_m[X]\}_1^N$. При этом может оказаться, что эмпирическое среднее значение измеряемой характеристики экономического процесса $X(n)$ обнаруживает устойчивость в том смысле, что разброс значений $M_m[X]$ в конце концов ощутимо уменьшается по мере возрастания m , то есть

$$M_m[X] \approx M[X] \text{ при } N \geq m \geq m_\varepsilon, \quad m_\varepsilon < N.$$

Здесь $M[X]$ – некоторая константа, а m_ε – то наименьшее количество испытаний, начиная с которого

$$|M[X] - M_m[X]| \leq \varepsilon, \quad \varepsilon > 0.$$

Если это условие выполняется, то гипотеза о том, что величина $X(n)$ является случайной (статистически устойчивой), не противоречит опыту, и для ее анализа применимы методы теории вероятности.

На практике часто полагают, $M[X] = M_N[X]$, пренебрегая анализом последовательности $\{M_m[X]\}_1^N$. Такая упрощенная процедура «измерения» математического ожидания, которую принято называть схемой фиксированной серии, означает отказ от анализа статистической устойчивости. Схема фиксированной серии доставляет значение $M[X]$ и тогда, когда рассмотрение последовательности $\{M_m[X]\}_1^N$ не выявило бы статистической устойчивости и тем самым прогноз $X(n) \approx M[X]$, $n = 1, N$ явился бы заведомо ложным. В рамках рассмотренного примера последнее имело бы место, если бы $X(n)$ убывало по мере увеличения n (например, уменьшение покупательной способности денег вследствие инфляции) или возрастало (например, увеличение долга вследствие необходимости выплачивать проценты по нему), то есть, как говорят статистики, имел бы место монотонный тренд.

Аналогично $M[X]$ по схеме удлиняющейся серии могут «измеряться» и другие характеристики случайных величин (функции распределения вероятностей, моменты более высоких порядков).

Вообще применение схем удлиняющихся серий, на наш взгляд, является разумной альтернативой «домысливанию» ровно одного этажа вероятностей, называемых доверительными вероятностями, или уровнями значимости, сверх тех, которые действительно измеряются в эксперименте [24], характерному при применении методов математической статистики для анализа результатов статистических моделей экономических процессов. Более подробно с этими вопросами можно ознакомиться в работах [40], [41], [42].

Следует, однако, отметить, что вопрос о статистической устойчивости реального функционирования конкретной макро- или микроэкономической системы в целом, а следовательно и о применимости теоретико-вероятностных подходов к его моделированию, в настоящее время может быть решен только на интуитивном уровне. Это объективно обусловлено отсутствием достаточного объема статистически однородных эмпирических оценок. Вместе с тем большинство «элементарных» процессов, составляющих экономические процессы, носят случайный характер (то есть гипотеза об их статистической устойчивости не противоречит имеющемуся опыту). Случайность этих явлений эмпирически подтверждена достаточно большим числом экспериментов. Все указанные «элементарные» случайные процессы взаимодействуют между собой, объединяясь в едином процессе функционирования экономической системы. Несмотря на то, что управление системой направлено на снижение элемента случайности и придание экономическому процессу детерминированного целенаправленного характера, реальные процессы столь сложны, что, как бы ни была высока степень централизации управления, случайные факторы в них всегда присутствуют. Поэтому природа экономических процессов остается случайной в широком смысле. Это служит основанием для применения стохастических моделей при исследовании функцио-

нирования экономических систем и управления ими в условиях риска, хотя полную стохастическую устойчивость процессов функционирования в целом вряд ли можно вполне гарантировать.

Опыт применения стохастических моделей в нашей стране и за рубежом содержит примеры их высокой эффективности.

3.3.2. Общая стохастическая формализация экономических рисков

В соответствии с пп. 1.2 риск обусловлен возможностью наступления тех или иных (неблагоприятных или благоприятных) не зависящих от менеджмента экономической системы событий. При этом величина риска определяется особенностями конкретной экономической системы и условиями (внешними и внутренними) ее функционирования.

Если возможность наступления рисков событий обладает статистической устойчивостью, то для измерения рисков может быть применена вероятностная шкала. При ее применении риск – это случайная величина со значениями в пространстве вещественных чисел, зависящая от одного или нескольких параметров (например, от времени). В случае зависимости величины риска от одного параметра – времени – имеет место случайный процесс, а при зависимости от нескольких параметров – случайное поле. Примерами случайных рисков являются:

- изменение цен валют во времени;
- изменение цен облигаций и других ценных бумаг;
- долговые показатели, вычисленные на некоторый фиксированный момент времени, и т.д.

В приведенных примерах риски описываются соответствующими случайными процессами. В случае же облигаций с нулевым купоном риск является случайной функцией двух временных параметров: времени размещения и времени погашения, следовательно, он описывается случайным полем.

Стохастическая формализация риска заключается в построении стохастической модели, позволяющей осуществлять его измерение. В наиболее общем виде риск представляет случайную величину $\xi \equiv \xi_t$, заданную на вероятностном пространстве

$$\{\Omega, \mathfrak{F}, (\mathfrak{F}_t), P\}, 0 \leq t \leq T, \quad (3.3.1)$$

где Ω – пространство элементарных событий ω ;

\mathfrak{F} – σ -алгебра событий на Ω (система событий, допускающая счетное объединение и счетное пересечение);

(\mathfrak{F}_t) – поток вложенных σ -алгебр событий (фильтрация);

t – вектор параметров (например, для случайного процесса в текущий момент времени);

T – терминальное множество параметров (для случайного процесса – конечный момент времени);

P – вероятностная мера, заданная на событиях σ -алгебры \mathfrak{F} .

При этом полагается, что все события из фильтрации (\mathfrak{F}_t) определены и в исходной σ -алгебре \mathfrak{F} , то есть $\mathfrak{F}_t \subseteq \mathfrak{F}$ для всех $0 \leq t \leq T$.

Пространство (3.3.1) называют фильтрованным [39]. Физически фильтрация означает поток информации, происходящий во времени. В рамках модели фильтрованного пространства наблюдатель в каждый момент времени t имеет полную информацию о том, какие события из \mathfrak{F}_t произошли, а какие нет.

Физический смысл построения потока вложенных σ -алгебр событий (\mathfrak{F}_t) в (3.3.1) рассмотрим на примере. Пусть наблюдатель отслеживает изменение цены $S(t)$ некоторой акции в период $t \in [0, T]$. Будем полагать, что изменение ее цены статистически устойчиво. Тогда оно может быть формализовано в виде соответствующего случайного процесса $S(t, \omega)$. Рассмотрим поток информации о цене и только о ней, не затрагивая влияющих на нее событий. Этот поток представляет собой фильтрацию (\mathfrak{F}_t) (см. соотношение 3.3.1), порождаемую ценами. Каждая возможная траектория $S(\tau)$, $\tau \in [0, t]$ (реализация) функции изменения цены на отрезке времени $[0, t]$ является элементарным событием. События из σ -алгебры \mathfrak{F}_t могут, например, состоять в том, что до момента времени $t \in [0, T]$ цена акции не вышла из заранее установленного коридора или не превзошла некоторый барьер. Естественно, наблюдатель в момент времени t уже знает конкретную реализацию функции $S(\tau)$, $\tau \in [0, t]$. Следовательно, он знает все события из σ -алгебры \mathfrak{F}_t .

Рассмотрим теперь некоторую σ -алгебру \mathfrak{F}_u , такую, что $\mathfrak{F}_t \subseteq \mathfrak{F}_u$, $t \leq u$. Тогда наблюдатель в момент времени t не знает значение цены акции в момент u . Формально это выражается в том, что цена акции в момент u неизмерима относительно σ -алгебры \mathfrak{F}_t . Однако, подождав до момента u , наблюдатель уже будет знать о всех событиях, связанных с рассматриваемой акцией до момента времени u и тем более до момента t . Следовательно, он знает все события из σ -алгебры \mathfrak{F}_u .

При стохастической интерпретации в большинстве практически интересных случаев изменение риска во времени представляет собой случайный процесс $X(t, \omega)$, то есть функцию двух переменных: времени t и случайного события ω .

При этом фиксация $\omega = \omega_0$ означает выделение конкретной траектории $X(t, \omega_0)$ рассматриваемого случайного процесса – неслучайной функции времени.

Фиксация времени $t = t_0$ превращает рассматриваемый процесс в обычную случайную величину $X(t_0, \omega)$, называемую сечением случайного процесса $X(t, \omega)$ в точке t_0 .

Если значения процесса $X(t, \omega)$ фиксируются только в заранее установленные (дискретные) моменты времени, то он превращается во временной ряд $X(t_i, \omega)$ $i = 1, 2, \dots$. В этом случае параметры t_i могут быть заменены их номерами $i = 1, 2, \dots$.

Каким же образом можно задать случайный процесс в конкретных задачах? В настоящее время чаще всего используются *три подхода*.

Первый подход к заданию случайного процесса заключается в явном задании вероятностного пространства (3.1), в котором пространство элементарных событий Ω представляет собой множество возможных конкретных реализаций (траекторий) случайного процесса $X(t)$. Практическое применение этого подхода ограничено сложностью построения вероятностного пространства (3.3.1).

Второй подход к заданию случайного процесса заключается в явном задании вероятностного пространства (3.3.1) и вида функции $X(t) = X(\omega, t)$, параметры которой зависят от исхода $\omega \in \Omega$ стохастического эксперимента. В этом случае процесс $X(t)$ называется конструктивно заданным. Например, имеется объект, координата которого изменяется с течением времени по линейному закону $X(\omega, t) = \alpha + \beta \cdot t, t \geq 0$. Причем начальное положение α объекта и скорость β изменения рассматриваемой координаты случайны, и задано вероятностное пространство (3.1), каждое элементарное событие $\omega \in \Omega$ которого равно $\omega = (\alpha, \beta)$. Тогда изменение координаты объекта представляет собой конструктивно заданный случайный процесс. Для определения его траектории достаточно провести стохастический эксперимент по определению $\omega = (\alpha, \beta)$ и подставить полученные значения α и β в функцию $X(\omega, t) = \alpha + \beta \cdot t$.

Поскольку современные ЭВМ позволяют проводить подобные стохастические эксперименты, то становится возможным получение реализаций конструктивно заданных случайных процессов. Это служит основой стохастического моделирования случайных процессов, описывающих динамику всевозможных реальных, в том числе экономических, систем. Вместе с тем, несмотря на относительную простоту, класс конструктивно заданных случайных процессов очень мал и не охватывает потребности приложений. Это обусловлено невозможностью в большинстве случаев установления с точностью до параметров функции $X(\omega, t)$.

Третий, наиболее распространенный подход к заданию случайного процесса заключается в задании множества его конечномерных (совместных) распределений. Пусть Y – множество возможных значений случайного процесса $X(t)$; $A_i, i = \overline{1, n}$, σ – измеримые подмножества Y , а $t_i, i = \overline{1, n}$ – произвольные различные элементы множества T возможных значений времени. Тогда функция

$$P(A_1, t_1; A_2, t_2; \dots; A_n, t_n) = P\{X(t_1) \in A_1, X(t_2) \in A_2, \dots, X(t_n) \in A_n\} \quad (3.3.2)$$

называется n -мерным распределением случайного процесса $X(t)$, а совокупность всех таких функций – множеством (семейством) конечномерных распределений данного процесса.

Если Y – числовая прямая, то задание конечномерных распределений эквивалентно заданию многомерных функций распределения:

$$F(x_1, t_1; x_2, t_2; \dots; x_n, t_n) = P\{X(t_i) < x_i, i = \overline{1, n}\} \quad (3.3.3)$$

Если Y – m -мерное пространство, то

$$\left. \begin{aligned} x_i &= \|x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\|; \\ X(t) &= \|X_1(t), X_2(t), \dots, X_m(t)\|, \end{aligned} \right\} \quad (3.3.4)$$

где $X_i(t)$ – одномерные случайные величины.

В этом случае функция (3.3.2) сохранит смысл при

$$\{X(t) < x_i\} = \{X_1(t) < x_{i1}; X_2(t) < x_{i2}; \dots; X_m(t) < x_{im}\}.$$

Семейство конечномерных распределений называется согласованным, если выполняются следующие условия:

– при перестановке $t_i, 1, n$ и одновременной перестановке $A_i, i = 1, 2, \dots, n$ значения функции (3.2) не изменяется;

$$P(A_1, t_1; A_2, t_2; \dots; A_{n-1}, t_{n-1}; t_n, Y) = P(A_1, t_1; \dots; A_{n-1}, t_{n-1}).$$

Семейство согласованных конечномерных распределений полностью характеризует случайный процесс. Это следует из теоремы А.Н. Колмогорова.

Теорема 3.3.1. Если Y – полное сепарабельное метрическое пространство (в частности, числовая прямая) и задано согласованное семейство конечномерных распределений на Y , то можно построить случайный процесс $X(t)$, конечномерные распределения которого совпадают с распределениями данного семейства.

Сепарабельность (разделимость) позволяет в данном случае судить о свойствах пространства и случайного процесса в нем по известным характеристикам пространства и процесса в отдельных точках.

Широкое распространение описанного подхода к заданию случайных процессов обусловлено следующими обстоятельствами.

Во-первых, во многих практических задачах случайные процессы легче задавать конечномерными распределениями, так как при этом нет необходимости описывать соответствующие вероятностные пространства.

Во-вторых, для решения большинства практических задач достаточно знать только частные распределения случайных процессов.

Случайный процесс с заданными конечномерными распределениями можно построить различными способами. Получаемые при этом процессы естественно отождествлять в вероятностном смысле, поскольку они могут различаться только на множествах меры нуль.

Определение 3.1. Случайные процессы $X_1(t)$ и $X_2(t)$ называются стохастически эквивалентными, если они имеют одинаковые семейства конечномерных распределений.

В соответствии с этим определением случайные процессы в большей степени характеризуются семейством конечномерных распределений, чем видом функ-

ций $X(t)$ или вероятностным пространством. Можно менять вид функции $X_1(t)$ и вероятностное пространство, оставляя неизменным семейство конечномерных распределений. Тем самым можно строить удобные для конкретных исследований представления случайного процесса.

В рамках описанного стохастического подхода можно выделить два основных направления построения моделей экономических рисков. Первое связано с построением стохастических моделей на основе метода статических испытаний (Монте-Карло). Второе заключается в построении аналитических моделей. Оба направления развиваются параллельно и взаимно дополняют друг друга.

Главной особенностью моделей, основанных на методе статических испытаний, является то, что они приближенно воспроизводят экономический процесс на основе его элементарных составляющих и их взаимосвязей. Это позволяет моделировать процессы (риски) очень сложной структуры, зависящие от большого числа разнообразных факторов. Вместе с тем такие модели, как правило, громоздки. Их применение требует большого объема памяти ЭВМ и связано со значительными затратами машинного времени. Существенным недостатком этих моделей является также отсутствие конструктивных способов оптимизации. Некоторые недостатки имитационных статических моделей экономических рисков преодолеваются применением аналитических моделей.

В настоящее время при построении таких моделей применяются микроскопический и макроскопический подходы. Микроскопический подход состоит в детальном изучении поведения каждого элемента экономической системы. Макроскопический подход заключается в изучении только макросвойств этой системы. Тем самым теряется информация о поведении каждого отдельного элемента. В то же время макроскопический подход позволяет сократить размерность математической модели, сделать ее более обзримой, сократить затраты ресурсов ЭВМ при производстве расчетов. Микроскопический подход предпочтителен, если требуется детальная информация о поведении системы, макроскопический целесообразен для достаточно быстрых оценочных расчетов.

Мы должны быть благодарны Богу,
что он создал мир так, что все простое –
правда, а все сложное неправда.

Г. Скворода

4. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

4.1. МОДЕЛИ РИСКОВ С КАТАСТРОФИЧЕСКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

Увидеть можно только то, что есть,
а то, что есть, это уже не будущее, а настоящее.
И когда говорят о будущем, говорят, что его видят,
то видят не его – будущего еще нет, а, вероятно,
его причины или признаки, которые уже налицо.

Аврелий Августин

4.1.1. Модели чисто случайных рисков

Последствия реализации ряда экономических рисков могут привести к катастрофическим последствиям. Последствия являются катастрофическими, если они угрожают существованию той или иной макро- или микроэкономической системы в целом. На макроэкономическом уровне катастрофические последствия могут возникнуть в результате наступления рискованных событий политического, экологического, демографического, институционального характера и т.д.

На микроэкономическом уровне катастрофические последствия могут возникнуть по причине наступления рискованных событий природного, экологического, политического и чисто экономического характера.

Катастрофические риски связаны только с возможными потерями. Поэтому по приведенной в пп. 2.1 классификации они относятся к категории чистых рисков. Теоретико-вероятностная модель катастрофического риска формально может быть представлена следующим образом. Имеется экономическая система, функционирование которой описывается в виде управляемого случайного процесса $X\{u, t, \xi(\omega)\}$, где u – вектор параметров управления, t – текущее время, $\xi(\omega)$ – случайная величина, заданная на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$ и принимающая значения:

$$\xi(\omega) = \begin{cases} 1 & \text{при } \omega \in A \\ 0 & \text{при } \omega \notin A, \end{cases}$$

где $A \in \Omega$ – рисковое событие, реализация которого приводит к катастрофическим для рассматриваемой экономической системы последствиям.

Физически процесс $X\{u, t, \xi(\omega)\}$ может, например, отражать динамику объема C собственных финансовых средств микроэкономической системы, то есть $C = X\{u, t, \xi(\omega)\}$. Событие A в этой ситуации может заключаться в том, что, начиная с некоторого момента времени $t = \tau$, потери Y финансовых средств превысят их объем, то есть $Y > C$, и наступит банкротство.

В рассмотренной модели величина риска определяется равенством

$$R = P(A),$$

где $P(A)$ – вероятность наступления события $A \in \Omega$.

В задачах оценки возможности наступления рискованных событий, приводящих к катастрофическим последствиям, традиционно применяют следующие функции распределения [43].

1. Экспоненциальное распределение:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad t \geq 0,$$

где $F(t) = P(\tau \leq t)$ – вероятность того, что время τ наступления события $A \in \Omega$ не превысит t ;

λ – интенсивность потока рискованных событий.

Экспоненциальное распределение соответствует схеме мгновенных катастроф, возникающих в результате «пиковых» нагрузок на экономическую систему, без накопления последствий, вызванных этими нагрузками.

2. Нормальное распределение:

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{(t-t_0)^2}{2\sigma^2}} dt, \quad t \in (-\infty, \infty),$$

где t_0 – математическое ожидание времени t наступления события $A \in \Omega$;

σ – среднее квадратичное значение отклонения времени t наступления события A от его математического ожидания t_0 .

Нормальное распределение соответствует схеме накопления негативных воздействий на экономическую систему. Оно применяется как аппроксимация действительного распределения суммы большого числа независимых или слабо зависимых случайных величин, отражающих последствия негативных воздействий на экономическую систему, дисперсии которых малы в сравнении с дисперсией их суммы.

Поскольку нормальное распределение симметрично относительно t_0 , а время t возможного наступления рисковогo события удовлетворяет условию $t \geq 0$, то обычно в моделях принимают, что $t_0 \geq 3\sigma$.

3. Логарифмически нормальное распределение:

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \quad t \in (0, \infty),$$

где $u = \frac{\lg t - \lg t_0}{\sigma_0^2}$;

t_0 – математическое ожидание случайной величины времени t наступления рисковогo события $A \in \Omega$;

σ_0^2 – дисперсия случайной величины $z = \lg t$.

Это распределение также соответствует схеме накопления последствий негативных воздействий на экономическую систему. Оно применяется для описания случайных величин, которые образуются в результате умножения влияния большого числа независимых или слабозависимых неотрицательных случайных величин, отражающих последствия отдельных негативных воздействий, дисперсии которых малы в сравнении с дисперсией их суммы.

4. Гамма-распределение:

$$F(t) = \frac{\lambda^r}{\Gamma(r)} \int_0^t \tau^{r-1} e^{-\lambda\tau} d\tau, \quad \tau > 0,$$

где $\Gamma(r)$ – гамма-функция

$$\Gamma(r) = \int_0^\infty x^{r-1} e^{-x} dx,$$

r – количество негативных воздействий, приводящее к наступлению события A ;

λ – интенсивность негативных воздействий.

Гамма-распределение также соответствует схеме накапливающихся в экономической системе последствий негативных воздействий.

4.1.2. Модель, учитывающая противодействие функционированию экономической системы

Функционирование экономических систем часто происходит в условиях активного противодействия внешней среды. В этом случае оно схематично может быть представлено как процесс противоборства двух сторон: X – рассматриваемой экономической системы и Y – внешней среды. Сторона X оказывает эффективное воздействие $x(t)$ на сторону Y . В свою очередь, Y оказывает эффективное

воздействие $y(t)$ на сторону X . Величины воздействий пропорциональны запасам ресурсов сторон в текущий момент времени t . Соотношение воздействий равно $s(t) = \frac{x(t)}{y(t)}$.

Запасы ресурсов сторон ограничены. Поэтому в процессе противоборства они исчерпываются, и для более слабой стороны наступают катастрофические последствия. Введем функции выживания, характеризующие вероятности победы в противоборстве каждой из сторон при условии, что их начальные ресурсы соответственно равны $x(0), y(0)$, а соотношение воздействий $s(0) = \frac{x(0)}{y(0)}$. Пусть вероятность выживания стороны X равна $p(s)$, а стороны $Y - p(1/s)$. Вид функций выживания специфичен для каждой конкретной ситуации. Вместе с тем все они обладают следующими общими свойствами:

- 1) $p(s)$ – монотонно возрастающая функция своего аргумента;
- 2) областью значений функции выживания является отрезок $[0, 1]$, то есть $0 \leq p(s) \leq 1$;
- 3) при равенстве ресурсов сторон ($s = 1$) вероятность выживания каждой из них равна $p(1) = 1/2$;
- 4) при полном превосходстве одной из сторон вероятность ее выживания равна $p(\infty) = 1$, а противоположной – $p(0) = 0$;
- 5) функция выживания удовлетворяет условию

$$p(s) = 1 - p(1/s). \quad (4.1.1)$$

Условие (4.1.1) свидетельствует, что возможны только два исхода: выживание с вероятностью $p(s)$ или гибель с вероятностью $p(1/s)$.

Множество функций, удовлетворяющих условию (4.1.1), назовем классом функций выживания. В частности, к этому классу относится функция

$$p(s) = \frac{s^m}{1 + s^m}, \quad s \in [0, \infty), \quad m \in [0, \infty) \quad (4.1.2)$$

При $m = 0$ она постоянна и равна $1/2$ на $[0, \infty)$, а при $m \rightarrow \infty$ $p(s) = 0$ на $[0, \infty)$.

При промежуточных значениях m это монотонно возрастающая функция с точкой перегиба при $s^m = \frac{m-1}{m+1}$, лежащая между указанными выше ступенчатыми функциями.

Величина s в ходе противоборства подвержена изменениям под действием множества случайных факторов. Поэтому соотношение (4.1.2) можно рассматривать как функцию распределения величины $s \in [0, \infty)$ с параметром m и плотностью вероятности

$$f(s) = \frac{dp}{ds} = \frac{ms^{m-1}}{(1 + s^m)^2}. \quad (4.1.3)$$

Введенная таким образом функция выживания может быть применена для оценки вероятности наступления катастрофических последствий для экономической системы, функционирующей во враждебной внешней среде. В качестве величины s при этом следует принимать время наступления катастрофического для рассматриваемой экономической системы события $A \in \Omega$, а специфику функционирования системы учитывать надлежащим выбором параметра m .

4.2. МОДЕЛИ ЧИСТЫХ РИСКОВ

Все существующее имеет достаточное основание для своего существования.

Г. Лейбниц

В соответствии с приведенной в пп. 2.1 классификацией чистые риски отражают «ущерб» экономической системы в результате наступления тех или иных рискованных событий. Теоретико-вероятностная модель чистого риска формально может быть представлена следующим образом. Имеется экономическая система, функционирование которой описывается в виде управляемого случайного процесса $X\{u, t, L(\omega)\}$, где u – вектор параметров управления, t – текущее время, $L(\omega)$ – случайная величина, заданная на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$ и отображающая пространство Ω элементарных событий на числовую ось. Физически величина $L(\omega)$ отражает значение случайного ущерба экономической системе в результате наступления события ω .

В практических расчетах в качестве меры ущерба экономической системе удобно применять математическое ожидание $M(L)$ величины $L(\omega)$.

В задачах оценки потерь экономической системы в результате наступления рискованных событий традиционно применяют следующие функции распределения.

1. Экспоненциальное распределение

$$F(l) = 1 - e^{-\lambda l}, \quad l \geq 0,$$

где $F(l) = P(L \leq l)$ – вероятность того, что потери L экономической системы в результате наступления рискованных событий не превысят l ;

λ^{-1} – математическое ожидание потерь экономической системы.

2. Логарифмически нормальное распределение

$$F(l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{(l-t)^2}{2}} dt, \quad l \in [0, \infty),$$

где $F(l) = P(L \leq l)$ – вероятность того, что потери L экономической системы в результате наступления рискованных событий не превысят l ;

$$u = \frac{\lg l - \lg l_0}{\sigma_0^2};$$

σ_0^2 – дисперсия случайной величины $z = \lg l$;

l_0 – математическое ожидание случайной величины L ущерба экономической системе в результате наступления рискованных событий.

3. Гамма-распределение

$$F(l) = \frac{\lambda^r}{\Gamma(r)} \int_0^l \tau^{r-1} e^{-\lambda\tau} d\tau, \quad \tau > 0,$$

где $F(l) = P(L \leq l)$ – вероятность того, что потери L экономической системы в результате наступления рискованных событий не превысят l ;

$\Gamma(r)$ – гамма-функция

$$\Gamma(r) = \int_0^{\infty} x^{r-1} e^{-x} dx;$$

r – количество негативных воздействий, приводящих к ущербу для экономической системы;

λ^{-1} – средний ущерб в результате негативного воздействия.

В этом случае математическое ожидание и дисперсия ущерба соответственно равны:

$$M(l) = r / \lambda,$$

$$D(l) = r / \lambda^2.$$

В целом рассмотренные соотношения позволяют моделировать чистые риски во многих интересных для практики ситуациях.

4.3. МОДЕЛИ СПЕКУЛЯТИВНЫХ РИСКОВ

Кто не рискует, тот не пьет шампанское.

Крылатое выражение

Отличительной особенностью спекулятивных рисков является то, что вследствие наступления рискованных событий результат функционирования экономической системы может отклониться от ожидаемого значения как в худшую, так и в лучшую сторону, то есть возможны либо потери, либо прибыль.

Теоретико-вероятностная модель спекулятивного риска формально может быть представлена следующим образом. Имеется экономическая система, функ-

ционирование которой описывается в виде управляемого случайного процесса $X\{u, t, L(\omega)\}$, где u – вектор параметров управления, t – текущее время, $L(\omega)$ – случайная величина, заданная на вероятностном пространстве $\{\Omega, \sigma, P\}$ и отображающая пространство Ω элементарных событий на числовую ось. Физически величина $L(\omega)$ отражает значение случайного отклонения результата функционирования экономической системы от ожидаемого. Отклонение может носить характер ущерба или прибыли и возникает вследствие наступления события $\omega \in \Omega$.

Терминальное (конечное) значение показателя функционирования экономической системы обозначим через $W(T, u)$. При этом T означает конечный момент времени функционирования системы, а $W(T, u)$, в частности, может интерпретироваться как значение капитала экономической системы в момент времени $t = T$ при реализации управления u . В качестве планируемого значения $W(T, u)$ примем его математическое ожидание $M[W(T, u)]$. Пусть также известны дисперсия $D[W(T, u)]$ и среднеквадратическое отклонение $\sigma = \sqrt{D[W(T, u)]}$ показателя функционирования рассматриваемой экономической системы. Величины $M[W(T, u)]$, $D[W(T, u)]$ и σ в рамках традиционного подхода классической теории спекулятивного риска являются его исчерпывающими характеристиками. Именно на их основе лицо, принимающее решение (менеджер), осуществляет выбор вектора параметров управления u . При этом вариант выбора определяется личным отношением менеджера к риску. Любители риска (игроки), как правило, предпочитают решения u , обеспечивающие $\max\{M[W(T, u)] + \sigma\}$. Осторожно относящиеся к риску предпочитают минимизировать σ при удовлетворяющем их значении $M[W(T, u)]$.

Следует, однако, иметь в виду, что величины $D[W(T, u)]$, и σ корректно характеризуют отклонения показателя $W(T, u)$ функционирования экономической системы от ожидаемого значения $M[W(T, u)]$ только для симметричных функций его распределения. В случае несимметричности функции распределения необходимо вводить поправку на асимметричность (перекос функции влево или вправо). Эта поправка обеспечивается учетом коэффициентов асимметрии и эксцесса распределения вероятностей показателя $W(T, u)$.

Коэффициентом асимметрии случайной величины $W(T, u)$ называется величина

$$a = \frac{M[W(T, u) - M[W(T, u)]]^3}{\sigma^3}.$$

Если коэффициент асимметрии отрицателен ($a < 0$), то либо большая часть значений случайной величины, либо мода находится левее математического ожидания.

Если же коэффициент асимметрии положителен ($a > 0$), то либо большая часть значений случайной величины, либо мода находится правее математического ожидания.

Коэффициентом эксцесса E случайной величины $W(T, u)$ называется величина

$$E = \frac{M[W(T, u) - M[W(T, u)]]^4}{D[W(T, u)]^2} - 3.$$

Она характеризует островершинность распределения. Для нормального закона распределения $E = 0$ остальные распределения сравниваются с нормальным: если $E > 0$, то распределения более островершинные, а если $E < 0$ – более плосковершинные в сравнении с нормальным.

С учетом асимметрии и эксцесса любители риска, как правило, предпочитают решения u , обеспечивающие $\max \{M[W(T, u)] + \sigma + a\}$. Осторожно же относящиеся к риску предпочтут минимизировать σ (максимизировать E) при удовлетворяющем их значении $M[W(T, u)] + a$.

4.4. ВЗАИМОСВЯЗЬ РЫНОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ И СПЕКУЛЯТИВНЫХ РИСКОВ

Понимание ценнее знания.

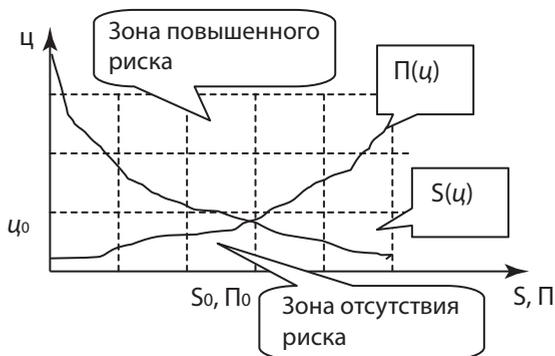
П. Ланжевен

В наиболее общем виде экономика состоит из производства и потребления экономических благ. Производство порождает их предложение, а потребление – спрос. Спрос опирается на потребности. Потребности практически неисчерпаемы. Если бы производимые товары и услуги были бесплатными, то люди потребляли бы их все. С другой стороны, предложение ограничено вследствие ограниченности ресурсов. Следовательно, имеет место проблема превышения потенциального спроса над предложением, и общество вынуждено искать пути их согласования. Это относится как к макро-, так и к микроэкономике. Совокупный спрос в макроэкономике должен быть сбалансирован совокупным предложением. В микроэкономике должны быть сбалансированы спрос и предложение на все виды товаров и услуг. В рыночной экономике согласование спроса и предложения осуществляется через механизм ценообразования. На рис 4.1 приведены зависимости спроса $S(p)$ и предложения $P(p)$ для некоторого товара от его цены.

Пересечение графиков этих зависимостей представляет собой рыночное равновесие. Точке пересечения соответствует равновесная рыночная цена p_0 и согласованные объемы спроса S_0 и предложения P_0 .

Если цена товара меньше равновесной, то есть $p < p_0$, то объем спроса будет превышать объем предложения. Возникает дефицит, равный разнице между количеством товара, которое покупатели готовы приобрести по такой цене, и его количеством, которое продавцы готовы продать. Дефицит повышает вероятность продажи имеющегося товара и снижает риск продавца. Если же цена товара выше равновесной, то возникает избыток предложения и обусловленный им риск непроджи товара и потерь продавцов. Указанный риск растет по мере увеличения цены. Это обстоятельство наглядно демонстрирует рис. 4.1. В зоне отсутствия риска с увеличением

цены прибыль продавца возрастает. Поэтому цена будет расти, пока на товар будут находиться покупатели. Так как ни продавцы, ни покупатели априори не знают равновесную цену, то в конечном счете она будет превышена. Это приведет к определенному превалированию предложения над спросом и вынудит продавцов снизить цены. В результате такого процесса в случае идеального рынка обеспечивается достижение равновесия.



Р и с . 4.1. Взаимосвязь спекулятивного риска и рыночного равновесия

4.5. РИСК В ФИНАНСОВЫХ МОДЕЛЯХ

Каждый должен знать себе цену
или хотя бы продажную стоимость.

Г. Малкин

Основными финансовыми инструментами являются акции, облигации, контракты и опционы [62, 63].

Акция – это первичная ценная бумага, удостоверяющая право ее владельца на определенную часть капитала некоторой компании, акционерного общества, банка и пр. Вместе с правом владения обладатель такой акции (акционер) получает определенный доход и виде дивидендов или иных выплат, а также, как правило, определенные права на участие в управлении предприятием. Эти права в основном сводятся к голосованию по определенным стратегическим вопросам: выборы совета директоров, определение размеров дивидендов и пр. Важнейшим с точки зрения фондовых и финансовых рынков является право владельца акций продавать их или передавать другим лицам.

Акции обладают несколькими видами стоимостей: номинальной, бухгалтерской и рыночной.

Номинальная стоимость обозначена на самой акции или объявлена при выпуске. Она является лишь средством учета для определения объема выпуска акций.

Бухгалтерская стоимость акции характеризует объем капитала (за вычетом пассивов) компании, приходящийся на одну акцию.

Рыночная стоимость акции – это та цена, по которой эту акцию можно купить или продать.

Из перечисленных видов стоимости наибольшее значение имеет рыночная, и именно она применяется в математических моделях риска.

Облигации являются инструментами кредитования. Фактически они представляют собой долговые расписки на предъявителя, выданные государством или частной компанией в знак того, что вы одолжили им определенную сумму денег.

Выпускающий облигации, как правило, обязуется выкупить их в определенный срок по объявленной стоимости. Прибыль покупателя образуется за счет разности между ценой продажи облигации и ее объявленной стоимостью. Возможны также и выплаты в течение срока жизни облигации – либо в форме купонных выплат, либо в виде лотерей и пр.

Так же как и в случае с акциями, существует рынок вторичной купли-продажи облигаций, где цены складываются стихийно, под влиянием случайных факторов.

Контракты представляют собой обязательства – фьючерсы (*futures*), предписывающие условия поставки (сроки, стоимость и пр.) различного рода продуктов или ценных бумаг. Для гарантии выполнения обязательств применяется залог. Кроме того, фьючерсы сами превратились в товар, активно торгуемый на товарных и фондовых биржах. Их цены также зависят от множества случайных факторов. Следовательно, покупка и продажа фьючерсов (контрактов) связаны с определенными рисками.

Опцион – это оплаченное право купить или продать в будущем какой-либо актив или материальную ценность на заранее определенных условиях. Опцион не носит обязывающего характера, и владелец может не реализовать его, отказавшись от заключения сделки. *Опцион* зародился на основе торговли луковичами тюльпанов в Голландии в XVII веке.

Простейший из опционов – *европейский* – заключается на право купить (*call*) или продать (*put*) некий актив в фиксируемую на момент продажи опциона дату T . Цена Π , по которой будет совершена сделка, также фиксируется.

Интерес покупателя *call*-опциона заключается в возможности получения прибыли, если рыночная стоимость Π_p актива превышает договоренную цену Π (*strike price*). В этом случае эмитент опциона обязан продать в момент T владельцу опциона упомянутый актив по цене Π . Последний может немедленно реализовать его на рынке по цене Π_p , получив тем самым прибыль $\Pi_p - \Pi$.

Аналогично доход покупателя *put*-опциона заключается в возможности извлечь прибыль из падения цены актива в момент времени T ниже Π . В этом случае владелец опциона, купив актив на рынке по стоимости Π_p , продает его по $\Pi > \Pi_p$, извлекая прибыль $\Pi - \Pi_p$.

В случае финансовых операций мерой риска является непредсказуемая изменчивость доходности $\xi(T)$ того или иного финансового инструмента в некоторый терминальный (конечный) момент времени T . Если эта изменчивость обладает статистической устойчивостью, то формальным аппаратом ее описания является теория вероятностей. При этом в простейшем случае изменчивость может быть охарактеризована величиной *дисперсии* доходности:

$$\sigma^2(\xi) = E[\xi - E(\xi)]^2,$$

где E – символ взятия математического ожидания.

Величина риска инвестиций в финансовый инструмент в теоретико-вероятностной интерпретации представляет собой вероятность события, заключающегося в том, что доходность некоторого инструмента сильно отклоняется от прогнозируемого (усредненного) значения. При известных математическом ожидании и дисперсии случайной доходности верхняя оценка этой вероятности может быть получена на основе неравенства Чебышева:

$$P\{|\xi - E(\xi)| > \delta\} = \sigma^2 / \delta^2.$$

Из него следует, что оценка вероятности больших отклонений от среднего значения пропорциональна дисперсии. Вследствие этого в качестве меры риска часто принимают дисперсию или среднеквадратичное отклонение доходности финансового инструмента.

При операциях на рынке ценных бумаг различают риск и доходность отдельной ценной бумаги и риск и доходность их совокупности (портфеля). Совокупность всех ценных бумаг, представленных на рынке в целом, можно считать очень большим портфелем инвестора. Как таковой он имеет свою доходность и риск, который называется риском рынка (*market risk*). Риск хорошо диверсифицированно-го пакета инвестора близок к риску рынка.

Рассмотрим *портфель* воображаемого инвестора, состоящий из активов Q_i , $i = 1, 2, \dots, m$, единица которых обладает соответствующей рыночной стоимостью p_i . Его суммарная стоимость равна $P = \sum_{i=1}^m Q_i p_i$.

При неизменной структуре портфеля его мгновенная доходность ρ определяется соотношением:

$$\rho = \frac{d}{dt} \ln P = \frac{1}{P} \left(\sum_{i=1}^m Q_i \frac{d}{dt} p_i \right) = \frac{\sum_{i=1}^m Q_i p_i}{P \frac{d}{dt} \ln p_i} = \sum_{i=1}^m x_i \rho_i,$$

где $x_i = \frac{Q_i p_i}{P}$ – доля стоимости i -го актива в общей стоимости портфеля;

$\rho_i = \frac{d}{dt} \ln p_i$ – мгновенная доходность i -го актива.

Величины $x_i, i = 1, 2, \dots, m$ удовлетворяют естественным условиям нормировки:

$$\sum_{i=1}^m x_i = 1, \quad x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Доходность активов подвержена внезапным и непрогнозируемым изменениям. В этом случае $\rho_i (i = 1, 2, \dots, m)$ моделируются случайными величинами, и средняя доходность портфеля равна:

$$M[\rho] = \sum_{i=1}^m x_i M[\rho_i] = \sum_{i=1}^m x_i r_i,$$

$$E\rho = r = \sum_{i=1}^m x_i E\rho_i = \sum_{i=1}^m x_i r_i,$$

где $M[\cdot]$ – символ математического ожидания случайной величины, стоящей в скобках.

Обозначим $M[\rho] = r$. Тогда дисперсия портфеля рискованных активов как мера его риска определяется соотношением:

$$M[\rho - r]^2 = M\left[\sum_{i=1}^m x_i \rho_i - \sum_{i=1}^m x_i M[\rho_i]\right](\rho - r) = M\left[\sum_{i=1}^m x_i (\rho_i - r_i)(\rho - r)\right] = \sum_{i=1}^m x_i w_i,$$

где $w_i = M[(\rho_i - r_i)(\rho - r)] = \text{cov}(\rho_i, \rho)$ – коэффициент статистической ковариации между доходностью i -го актива и доходностью всего портфеля.

Умножив и разделив члены последней суммы на дисперсию портфеля $\sigma^2 = M[(\rho - r)^2]$, получим

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^m \frac{\sigma^2 x_i w_i}{\sigma^2} = \sum_{i=1}^m \lambda_i \sigma^2,$$

где $\lambda_i = x_i w_i / \sigma^2$ можно рассматривать как относительный вклад риска i -го актива в общий риск портфеля.

Очевидно, что коэффициенты $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, m$ удовлетворяют условиям нормировки

$$\lambda_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1.$$

Совокупность всех активов, обращающихся на рынке, тоже можно представить как некоторый портфель инвестора. Этот специальный портфель носит название *рыночного*. В нем величины $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, m$ представляют в виде:

$$\lambda_i = x_i \beta_i,$$

где $\beta_i = w_i / \sigma^2, w_i = \text{cov}(i\rho_i, \rho_m)$.

Величина β_i представляет собой очень важный индикатор чувствительности доходности актива к колебаниям доходности рынка. Эта величина тщательно оценивается для основных рыночных активов, и результаты публикуются в виде так называемых «бета-книг».

В целом рассмотренные соотношения позволяют оценивать как индивидуальные, так и портфельные риски финансовых инструментов.

В настоящее время экономист должен знать существенно больше, чем избранные главы из учебника по анализу. Он должен свободно владеть многими методами современной математики.

К. Ланкастер

5. ИГРОВЫЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ

5.1. СУЩНОСТЬ И КЛАССИФИКАЦИЯ ИГРОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Игра в игру есть жизнь...

Ф. Шатобриан «Манифест Postrisma»

При управлении экономическими системами часто приходится принимать решения при отсутствии достаточной информации или в условиях конфликта интересов, например интересов конкурентов, интересов правоохранительных органов и нарушителей правовых норм и т.п. Методами обоснования решений в таких ситуациях занимается теория игр. Конфликтные ситуации в ней представляются математическими моделями действий участников, интересы которых различны. Каждый из участников игры обладает определенной свободой поведения, вытекающей из его интересов и понимания сложившейся ситуации. При этом, если свои интересы каждый из них представляет достаточно четко, то в отношении понимания ситуации дело обстоит существенно сложнее. Истинной ситуации не знает ни один участник, поскольку каждый из них пользуется только доступной ему информацией в собственной интерпретации. Чтобы исключить трудности, возникающие при анализе конфликтов в результате наличия многих несущественных факторов, строится упрощенная модель ситуации. Такая модель называется игрой. Построение игровых моделей и формирование на их основе решений каждого из участников конфликта составляют суть математической теории игр. Основной задачей теории игр является выработка рациональных способов действий для каждой стороны, то есть определение того, как действовать в конфликтной ситуации. Если результат является наилучшим в сложившихся условиях, то способ действий оптимален. Методы формирования оптимальных способов действий зависят от специфики модели конфликта. В интересах выделения такой специфики игровые модели классифицируют по различным признакам.

Классификацию игр можно проводить по количеству игроков, характеру их взаимодействия, количеству стратегий, характеру выигрыша, количеству ходов, виду функций выигрыша, состоянию информированности игроков и т.д.

Так, по количеству игроков, участвующих в конфликтной ситуации, игры делятся на *парные* (двухсторонние) и *множественные* (многосторонние). Множественные игры, в свою очередь, по характеру взаимодействия игроков делятся на *бескоалиционные* и *коалиционные*. Класс бескоалиционных игр подразумевает ситуации, в которых каждый игрок принимает решения независимо от других. В коалиционных играх участники могут кооперироваться и согласовывать свои решения. В классе коалиционных игр выделяют так называемые *кооперативные* игры. Их особенность состоит в том, что коалиции определяются заранее.

Одним из основных в теории игр является понятие стратегии.

Стратегия – это способ действий игрока (или возможный способ проведения игры, или вариант поведения участника игры).

При любой сложившейся обстановке каждый из игроков имеет несколько возможных стратегий. В зависимости от числа стратегий игры делятся на конечные и бесконечные.

Бесконечная игра – это такая игра, в которой хотя бы у одного игрока имеется бесконечное число стратегий.

Конечная игра – это игра, в которой у каждого игрока имеется конечное число стратегий. Парная конечная игра, в которой одна сторона имеет m стратегий, а другая сторона n стратегий, называется игрой $m \times n$.

По отношению к выигрышу различают антагонистические и неантагонистические игры. Если выигрыш одной стороны ведет к проигрышу другой, то имеет место *антагонистическая игра*. В противном случае игра относится к классу *неантагонистических*. В антагонистических выделяют класс игр с *нулевой суммой*. В них выигрыш одной стороны равен проигрышу другой. Если это условие не выполняется, то игра относится к классу игр с *ненулевой суммой*.

По количеству ходов различают *одношаговые* и *многошаговые игры*. В одношаговых играх стратегия выбирается один раз. В многошаговых играх выбор стратегии осуществляется последовательно более одного раза.

По виду функций выигрыша игры делятся на матричные, биматричные, непрерывные, выпуклые, сепарабельные, типа дуэлей и др.

Матричная игра – это конечная игра двух игроков с нулевой суммой, в которой задается выигрыш игрока 1 в виде матрицы (строка матрицы соответствует номеру применяемой стратегии игрока 1, столбец – номеру применяемой стратегии игрока 2; на пересечении строки и столбца матрицы находится выигрыш игрока 1, соответствующий применяемым стратегиям).

Биматричная игра – это конечная игра двух игроков с ненулевой суммой, в которой выигрыши задаются матрицами отдельно для каждого игрока (в матрицах строки соответствуют стратегии игрока 1, столбцы – стратегии игрока 2, на пере-

сечении строки и столбца в первой матрице находится выигрыш игрока 1, во второй матрице – выигрыш игрока 2).

Непрерывной считается игра, в которой функция выигрышей каждого игрока является непрерывной. Доказано, что игры этого класса имеют решения, однако не разработано практически приемлемых общих методов их нахождения.

Если функция выигрышей является выпуклой, то такая игра называется *выпуклой*. Для них разработаны приемлемые методы решения, состоящие в поиске чистой оптимальной стратегии (определенного числа) для одного игрока и вероятностей применения чистых оптимальных стратегий для другого игрока.

По характеру и объему информации, доступной каждой из сторон, игры делятся на *игры с полной информацией* и *игры с неполной информацией*. К играм с полной информацией относятся салонные игры (шахматы, шашки и т.п.). Военные игры – типичные игры с неполной информацией. Неопределенность в них обусловлена неосведомленностью игроков относительно намерений в действиях.

Из всех указанных классов игр мы рассмотрим только относительно простые матричные и биматричные игры.

5.2. РЕШЕНИЕ МАТРИЧНЫХ ИГР В ЧИСТЫХ СТРАТЕГИЯХ

Упущенные возможности
всегда больше возможностей.

В.Г. Анисимов

Матричная игра двух игроков с нулевой суммой может рассматриваться как следующая абстрактная игра двух игроков.

Первый игрок имеет m стратегий $i = 1, 2, \dots, m$, второй имеет n стратегий $j = 1, 2, \dots, n$. Каждой паре стратегий (i, j) поставлено в соответствие число a_{ij} , выражающее выигрыш первого игрока за счет второго, если первый игрок примет свою i -ю стратегию, а второй – свою j -ю стратегию.

Каждый из игроков делает один ход: первый игрок выбирает свою i -ю стратегию ($i = \overline{1, m}$), второй – свою j -ю стратегию ($j = \overline{1, n}$), после чего первый игрок получает выигрыш a_{ij} за счет второго игрока (если $a_{ij} < 0$, то это значит, что первый игрок платит второму сумму $|a_{ij}|$). На этом игра заканчивается.

Каждая стратегия игрока $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ часто называется чистой стратегией.

Если рассмотреть матрицу

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix},$$

то проведение каждой партии матричной игры с матрицей A сводится к выбору первым игроком i -й строки, а вторым игроком j -го столбца и получения первым игроком (за счет второго игрока) выигрыша a_{ij} .

Главным в исследовании игр является понятие оптимальных стратегий игроков. В это понятие интуитивно вкладывается такой смысл: стратегия игрока является оптимальной, если ее применение обеспечивает наибольший гарантированный выигрыш при всевозможных стратегиях другого игрока. Исходя из этих позиций, первый игрок исследует матрицу выигрышей A следующим образом: для каждого значения i ($i = \overline{1, m}$) определяется минимальное значение выигрыша в зависимости от применяемых стратегий второго игрока: $\min_j a_{ij}$ ($i = \overline{1, m}$), то есть определяется минимальный выигрыш для первого игрока при условии, что он примет свою i -ю чистую стратегию, затем отыскивается такая стратегия $i = i_0$, при которой этот минимальный выигрыш будет максимальным, то есть находится

$$\max_i \min_j a_{ij} = a_{i_0 j_0} = \alpha. \quad (5.2.1)$$

Определение 5.2.1. Число α , определенное по формуле (5.2.1), называется *нижней чистой ценой игры* и показывает, какой минимальный выигрыш может гарантировать себе первый игрок, применяя свои чистые стратегии при всевозможных действиях второго игрока.

Второй игрок при оптимальном поведении должен стремиться по возможности за счет своих стратегий максимально уменьшить выигрыш первого игрока. Поэтому для него отыскивается $\max_j a_{ij}$, то есть определяется максимальный выигрыш первого игрока при условии, что второй игрок применит свою j -ю чистую стратегию, затем второй игрок отыскивает такую $j = j_1$ стратегию, при которой первый игрок получит минимальный выигрыш, то есть находит

$$\min_j \max_i a_{ij} = a_{i_1 j_1} = \beta. \quad (5.2.2)$$

Определение 5.2.2. Число β , определяемое по формуле (5.2.2), называется *чистой верхней ценой игры* и показывает, какой максимальный выигрыш за счет своих стратегий может себе гарантировать первый игрок.

Другими словами, применяя свои чистые стратегии, первый игрок может обеспечить себе выигрыш не меньше α , а второй игрок за счет применения своих чистых стратегий может не допустить выигрыш первого игрока больше, чем β .

Определение 5.2.3. Если в игре с матрицей A $\alpha = \beta$, то говорят, что эта игра имеет *седловую точку* в чистых стратегиях и *чистую цену* игры $v = \alpha = \beta$.

Седловая точка – это пара чистых стратегий (i_0, j_0) первого и второго игроков соответственно, при которых достигается равенство $\alpha = \beta$. В это понятие вложен следующий смысл: если один из игроков придерживается стратегии, соответствующей седловой точке, то и для другого игрока лучший способ действий – придержи-

живаться стратегии, соответствующей седловой точке. Математически это можно записать и иначе:

$$a_{i_0j} \leq a_{i_0j_0} \leq a_{i_0j}, \quad (5.2.3)$$

где i, j – любые чистые стратегии первого и второго игроков соответственно;

(i_0, j_0) – стратегии, образующие седловую точку.

Таким образом, исходя из (5.2.3) седловой элемент $a_{i_0j_0}$ является минимальным в i_0 -й строке и максимальным в j_0 -м столбце матрицы A . Отыскание седловой точки матрицы A происходит следующим образом: последовательно в каждой строке матрицы находят минимальный элемент и проверяют, является ли он максимальным в своем столбце. Если да, то он и есть седловой элемент, а пара соответствующих ему стратегий образует седловую точку. Пара чистых стратегий (i_0, j_0) первого и второго игроков, образующая седловую точку и седловой элемент $a_{i_0j_0}$, называются *решением игры*. При этом i_0 и j_0 называются *оптимальными чистыми стратегиями* первого и второго игроков соответственно.

Пример 5.2.1.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & -2 \\ 0 & 5 & 4 \\ \textcircled{2} & 3 & \textcircled{-2} \end{pmatrix} \left. \begin{array}{l} \min_j a_{ij} \\ \parallel \\ -3 \\ 0 \\ 2 \end{array} \right\} \max_i \min_j a_{ij} = 2.$$

$$\max_i a_{ij} = \underbrace{2 \quad 5 \quad 4}_{\min_j \max_i a_{ij} = 2}$$

Седловой точкой является пара $(i_0 = 3; j_0 = 1)$, при которой $\alpha = \beta = 2$.

Заметим, что, хотя выигрыш в ситуации $(3; 3)$ также равен $2 = \alpha = \beta$, она не является седловой точкой, так как этот выигрыш не является максимальным среди выигрышей третьего столбца.

Пример 5.2.2.

$$H = \begin{pmatrix} 10 & 30 \\ 40 & 20 \end{pmatrix} \left. \begin{array}{l} \min_j a_{ij} \\ \rightarrow 10 \\ \rightarrow 20 \end{array} \right\} \max_i \min_j a_{ij} = 20.$$

$$\max_i a_{ij} \downarrow \downarrow$$

$$\underbrace{40 \quad 30}_{\min_j \max_i a_{ij} = 30}$$

Из анализа матрицы выигрышей видно, что $\alpha < \beta$, то есть данная матрица не имеет седловой точки. Если первый игрок выбирает свою чистую максиминную стратегию $i = 2$, то второй игрок, выбрав свою минимаксную $j = 2$, проиграет только 20. В этом случае первому игроку выгодно выбрать стратегию $i = 1$, то есть отклониться от своей чистой максиминной стратегии и выиграть 30. Тогда второму игроку будет выгодно выбрать стратегию $j = 1$, то есть отклониться от своей чистой минимаксной стратегии и проиграть 10. В свою очередь первый игрок должен выбрать свою 2-ю стратегию, чтобы выиграть 40, а второй игрок ответит выбором 2-й стратегии и т.д.

5.3. РЕШЕНИЕ МАТРИЧНЫХ ИГР В СМЕШАННЫХ СТРАТЕГИЯХ

Лучшее – враг хорошего,
но в их борьбе побеждает худшее.

В.Г. Анисимов

Исследование в матричной игре начинается с нахождения ее седловой точки в чистых стратегиях. Если матричная игра имеет седловую точку в чистых стратегиях, то исследование игры заканчивается ее нахождением. Если же в игре нет седловой точки в чистых стратегиях, то можно найти нижнюю и верхнюю чистые цены этой игры, которые указывают, что первый игрок не должен надеяться на выигрыш больший, чем верхняя цена игры, и может быть уверен в получении выигрыша не меньше нижней цены игры.

Улучшение решений матричных игр следует искать в секретности применения чистых стратегий и возможности многократного повторения игр в виде партии. Этот результат достигается путем применения чистых стратегий случайно, с определенной вероятностью.

Определение 5.3.1. *Смешанной стратегией игрока называется полный набор вероятностей применения его чистых стратегий.*

Таким образом, если первый игрок имеет m чистых стратегий $1, 2, \dots, m$, то его смешанная стратегия x – это набор чисел $x = (x_1, \dots, x_m)$, удовлетворяющих соотношениям $x_i \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, m$), $\sum_{i=1}^m x_i = 1$ и представляющих собой вероятности применения игроками соответствующих стратегий.

Аналогично для второго игрока, который имеет n чистых стратегий, смешанная стратегия y – это набор чисел $y = (y_1, \dots, y_n)$, удовлетворяющих условиям $y_j \geq 0$, ($j = 1, 2, \dots, n$), $\sum_{j=1}^n y_j = 1$.

То есть смешанная стратегия – это комбинация чистых стратегий, чередующихся между собой с определенными вероятностями.

Так как каждый раз применение игроком одной чистой стратегии исключает применение другой, чистые стратегии являются несовместными событиями. Кроме того, они являются единственными возможными событиями.

Чистая стратегия есть частный случай смешанной стратегии. Действительно, если в смешанной стратегии какая-либо i -я чистая стратегия применяется с вероятностью 1, то все остальные чистые стратегии не применяются. И эта i -я чистая стратегия является частным случаем смешанной стратегии. Для соблюдения секретности каждый игрок применяет свои стратегии независимо от выбора другого игрока.

Определение 5.3.2. Средний выигрыш первого игрока в матричной игре с матрицей A выражается в виде математического ожидания его выигрышей

$$M(A, x, y) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i y_j.$$

Первый игрок имеет целью за счет изменения своих смешанных стратегий x максимально увеличить свой средний выигрыш $M(A, x, y)$, а второй за счет своих смешанных стратегий стремится сделать $M(A, x, y)$ минимальным, то есть для решения игры необходимо найти такие x и y , при которых достигается верхняя цена игры $\alpha = \min_y \max_x M(A, x, y)$.

Аналогичной должна быть ситуация и для второго игрока, то есть нижняя цена игры должна быть $\beta = \max_x \min_y M(A, x, y)$.

Определение 5.3.3. *Оптимальными смешанными стратегиями* первого и второго игроков называются такие наборы x^0, y^0 соответственно, которые удовлетворяют равенству

$$\min_y \max_x M(A, x, y) = \max_x \min_y M(A, x, y) = M(A, x^0, y^0).$$

Величина $M(A, x^0, y^0)$ называется при этом *ценой игры* и обозначается через v .

Имеется и другое определение оптимальных смешанных стратегий: x^0, y^0 называются оптимальными смешанными стратегиями соответственно первого и второго игроков, если они образуют седловую точку:

$$M(A, x, y^0) \leq M(A, x^0, y^0) \leq M(A, x^0, y).$$

Оптимальные смешанные стратегии и цена игры называются *решением матричной игры*.

Основная теорема матричных игр состоит в следующем.

Теорема (о минимаксе). Для матричной игры с любой матрицей A величины $\alpha = \max_x \min_y M(A, x, y)$ и $\beta = \min_y \max_x M(A, x, y)$ существуют и равны между собой.

Если игра не имеет седловой точки, то нахождение решения – довольно трудная задача, особенно при наличии у каждой стороны значительного количества

стратегий. Иногда эту задачу удается упростить за счет сокращения общего числа стратегий путем исключения дублирующих и заведомо невыгодных.

Рассмотрим такое упрощение на конкретном примере.

Дана игра 4×4 (таблица 5.1). Необходимо проверить ее на наличие дублирующих и заведомо невыгодных стратегий и исключить их из дальнейшего рассмотрения.

Таблица 5.1

Стратегии А и В в игре 4×4

Стратегия В \ Стратегия А	1	2	3	4
1	0,72	0,28	0,40	0,60
2	0,24	0,76	0,74	0,90
3	0,70	0,20	0,30	0,90
4	0,40	0,28	0,35	0,50

В этом примере строка 1-я доминирует над 4-й строкой, которая из дальнейшего рассмотрения исключается (вычеркивается), столбец 4-й доминирует над 3-м столбцом и поэтому исключается из рассмотрения, строка 3-я невыгодна относительно 1-й строки (после исключения 4-го столбца) и также вычеркивается.

Таким образом, после исключения дублирующих и невыгодных стратегий исходная игра (4×4) сведена к игре 2×3 , платежная матрица которой представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Платежная матрица игры 2×3

Стратегия В \ Стратегия А	1	2	3
1	0,72	0,28	0,40
2	0,24	0,76	0,74

Как следует из рассмотренного примера, не обязательно все стратегии являются оптимальными смешанными. Стратегии, входящие в решения, называются *активными*.

5.4. ПОРЯДОК ПОСТРОЕНИЯ И РЕШЕНИЯ МАТРИЧНЫХ ИГРОВЫХ МОДЕЛЕЙ

И терпентин на что-нибудь полезен.

Козьма Прутков

Построить игровую модель – это значит составить матрицу игры, отражающую с достаточной полнотой и точностью реальную конфликтную ситуацию.

Построение игр на практике осуществляется поэтапно в следующей последовательности.

1. Формулирование конфликтной ситуации, то есть определение целей и всех возможных стратегий (способов действия) каждой стороны.

2. Выбор (разработка) метода количественной оценки исхода конфликтной ситуации.

3. Количественная оценка исхода данной конфликтной ситуации для всех возможных стратегий и сторон и составление матрицы игры.

Решить игру – значит для каждой стороны найти оптимальные стратегии и цену игры.

Для игры с седловой точкой оптимальными являются стратегии, содержащие седловую точку. Цена игры в этом случае равна платежу в седловой точке. Для игры, не имеющей седловой точки, необходимо найти две смешанные стратегии,

$$S_A = \begin{pmatrix} 1, 2, \dots, m \\ x_1, x_2, \dots, x_m \end{pmatrix}, S_B = \begin{pmatrix} 1, 2, \dots, n \\ y_1, y_2, \dots, y_n \end{pmatrix}$$

и, кроме того, цену игры v .

Решение игр на практике осуществляется поэтапно в такой последовательности:

1) проверка игры на наличие седловой точки. Если седловая точка имеется, то на этом работа заканчивается. Если седловой точки нет, то переходят к следующему этапу;

2) упрощение игры путем исключения у каждой стороны дублирующих и заведомо невыгодных стратегий;

3) определение оптимальных смешанных стратегий и значения цены игры;

4) формулирование выводов по способам действий сторон и предложений по использованию имеющихся ресурсов для выполнения поставленной задачи (достижения конечной цели).

В теории игр доказано следующее:

1) каждой прямоугольной игре соответствует определенное значение цены игры, и это значение единственное;

2) у игрока A существует оптимальная стратегия, то есть вероятности (частоты) x_1, x_2, \dots, x_m применения чистых ее стратегий такие, что

$$x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1, \quad (5.4.1)$$

и, если игрок A придерживается этих вероятностей, то он обеспечивает себе средний выигрыш не менее цены игры (v), то есть

$$a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \dots + a_{mj}x_m \geq v \quad (5.4.2)$$

для каждого $j=1, 2, \dots, n$;

3) у игрока B также существует оптимальная стратегия, то есть вероятности (частоты) применения чистых ее стратегий такие, что

$$y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1, \quad (5.4.3)$$

и если игрок B придерживается этих вероятностей, то он обеспечивает себе средний проигрыш не больше цены игры (v), то есть

$$a_{i1}y_1 + a_{i2}y_2 + \dots + a_{in}y_n \leq v, \quad (5.4.4)$$

для каждого $i = 1, 2, \dots, m$.

Следовательно, игра может быть решена аналитически. В общем случае в соответствии с (5.4.1) – (5.4.4) имеется $m + n + 1$ неизвестных ($x_i, i = 1, 2, \dots, m; y_j, j = 1, 2, \dots, n; v$) с $m + n + 2$ соотношениями (с учетом дополнительных ограничений $x_i \geq 0, y_j \geq 0$). Однако для x_i и y_j игра может иметь несколько и даже бесконечное множество решений.

Рассмотрим содержание аналитического метода на примере игры 2×2 , в которой каждая из сторон располагает лишь двумя стратегиями, а платежная матрица имеет вид:

$$\|a_{ij}\| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}. \quad (5.4.5)$$

В этом случае исходя из предположения о том, что соотношения (5.4.2) и (5.4.4) суть равенства, получим следующую систему уравнений:

а) для игрока A

$$x_1 + x_2 = 1, \quad (5.4.6)$$

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 = v, \quad (5.4.7)$$

$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 = v; \quad (5.4.8)$$

б) для игрока B

$$y_1 + y_2 = 1, \quad (5.4.9)$$

$$a_{11}y_1 + a_{12}y_2 = v, \quad (5.4.10)$$

$$a_{21}y_1 + a_{22}y_2 = v. \quad (5.4.11)$$

Приравняв (5.4.7) к (5.4.8) и осуществив подстановку $x_2 = 1 - x_1$, получаем

$$a_{11}x_1 + a_{21}(1 - x_1) = a_{12}x_1 + a_{22}(1 - x_1).$$

Разрешив это соотношение относительно x_1 , находим оптимальную вероятность применения первой стратегии игроком A :

$$x_1 = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}}. \quad (5.4.12)$$

Оптимальная вероятность применения второй стратегии игроком A может быть выражена зависимостью

$$x_2 = 1 - x_1 = \frac{a_{11} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}}. \quad (5.2.13)$$

Выражение для цены игры получим после подстановки значений x_1, x_2 в уравнение (5.4.7) или (5.4.8):

$$v = \frac{a_{22}a_{11} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}}. \quad (5.4.14)$$

Аналогично находятся выражения для расчета оптимальных вероятностей применения стратегий игроком B .

Приравняв (5.4.10) к (5.4.11) и осуществив подстановку $q_2 = 1 - q_1$, получаем

$$a_{11}y_1 + a_{12}(1 - y_1) = a_{21}y_1 + a_{22}(1 - y_1).$$

Далее находим

$$y_1 = \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}}. \quad (5.4.15)$$

С учетом (5.4.15) оптимальная вероятность применения второй стратегии игроком A может быть выражена зависимостью

$$y_2 = 1 - y_1 = \frac{a_{11} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}}. \quad (5.4.16)$$

Так, для приведенного ранее примера решение игры с помощью аналитического метода имеет следующий вид:

а) для игрока A

$$x_1 = \frac{0,76 - 0,24}{0,72 + 0,76 - 0,24 - 0,28} = \frac{0,52}{0,96} = 0,54;$$

$$x_2 = 1 - x_1 = 1 - 0,54 = 0,46,$$

оптимальная стратегия игрока A может быть записана следующим образом:

$$S_A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0,54 & 0,46 \end{pmatrix};$$

б) для игрока B

$$y_1 = \frac{0,76 - 0,28}{0,72 + 0,76 - 0,24 - 0,28} = \frac{0,48}{0,96} = 0,50;$$

$$y_2 = 1 - y_1 = 1 - 0,50 = 0,50,$$

оптимальная стратегия игрока B может быть записана следующим образом:

$$S_B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0,50 & 0,50 \end{pmatrix}.$$

Цена данной игры согласно (5.4.14) равна

$$v = \frac{0,76 \cdot 0,72 - 0,28 \cdot 0,24}{0,72 \cdot 0,76 - 0,24 - 0,28} = \frac{0,76}{0,72} = 0,50$$

Это означает, что если игроки будут придерживаться своих оптимальных стратегий при многократном повторении игры в одинаковых условиях, то средний выигрыш игрока A (проигрыш B) составит 0,5.

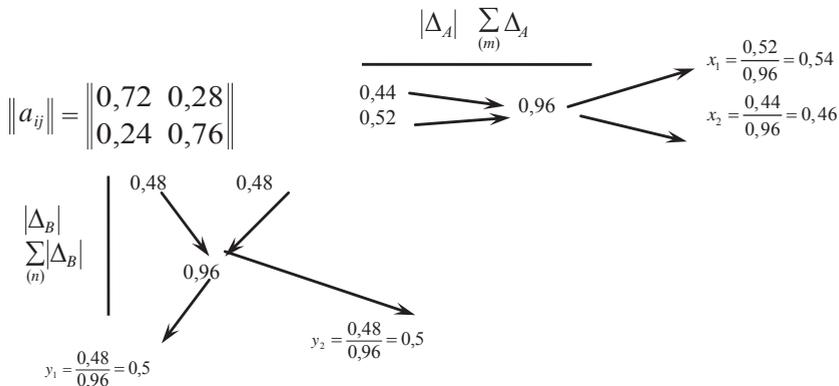
Решение игры, имеющей платежную матрицу размерности (2×2) , если седловая точка в матрице игры не существует, можно найти путем применения эмпирических правил, включающих следующие этапы:

а) вычисление абсолютных разностей элементов строк $|\Delta_A|$ и столбцов $|\Delta_B|$, а также их сумм $\sum_{(m)} |\Delta_A|$ и $\sum_{(n)} |\Delta_B|$;

б) вычисление частот применения стратегий стороной A и стороной B x_1, x_2 и y_1, y_2 соответственно;

в) нахождение цены игры v по формуле (5.4.14).

Порядок вычислений по пп. а) и б) для примера, приведенного в пп. 5.3, отражает рис. 5.1.



Р и с . 5.1. Решение игры, имеющей платежную матрицу размерности (2×2) , если седловая точка в матрице игры не существует

Пример. В ходе перемещения товаров через таможенную границу участник внешнеэкономической деятельности (ВЭД) может скрывать контрабандный товар чередованием двух способов. Средства таможенного контроля могут использоваться в одном из двух режимов.

Вероятность выявления контрабанды для каждого варианта действий участника ВЭД и каждого варианта режима работы средств таможенного контроля отображается матрицей

$$\|P_{ij}\| = \begin{vmatrix} 0,80 & 0,92 \\ 0,90 & 0,84 \end{vmatrix}.$$

Необходимо определить оптимальные стратегии поведения сторон и выработать рекомендации по вопросам организации таможенного контроля.

Уяснение задачи

Показателем эффективности проводимых мероприятий таможенного контроля в данном случае является обеспечиваемая вероятность вскрытия контрабанды. Согласно постановке задачи между сторонами имеет место конфликтная ситуация: участник ВЭД стремится максимально снизить вероятность вскрытия контрабанды, а все мероприятия со стороны таможенных органов направлены на то, чтобы воспрепятствовать этому. Для решения данной задачи целесообразно применение методов теории игр.

Решение задачи

В соответствии с постановкой задачи имеет место игра 2×2 .

Для ее решения необходимо далее сделать следующее.

1. Проверить игру на наличие заведомо невыгодных и дублирующих стратегий. Анализ платежной матрицы показывает, что таких стратегий нет.

2. Проверить игру на наличие седловой точки (оцениваем возможный максимальный выигрыш α первого игрока и минимальный проигрыш β второго игрока и сравниваем их между собой):

$$\alpha = \max_i \{ \alpha_i \} = \max \{ 0,80; 0,84 \} = 0,84,$$

$$\beta = \min_j \{ \beta_j \} = \min \{ 0,90; 0,92 \} = 0,90,$$

так как $\alpha \neq \beta$, то седловой точки нет. Следовательно, решение игры необходимо искать в смешанных стратегиях.

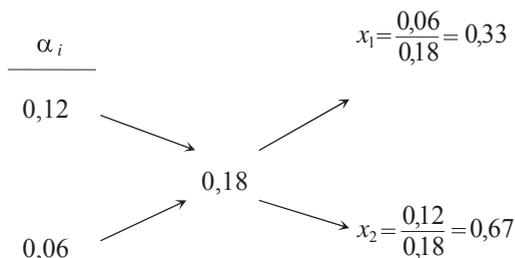
3. Определить оптимальные смешанные стратегии и цену игры. Порядок их вычисления отражает рис. 5.2.

$$\|p_{ij}\| = \begin{vmatrix} 0,80 & 0,92 \\ 0,90 & 0,84 \end{vmatrix}$$

$$\beta_j \begin{vmatrix} 0,10 & 0,08 \end{vmatrix}$$

$$0,18$$

$$y_1 = \frac{0,08}{0,18} = 0,44 \quad y_2 = \frac{0,10}{0,18} = 0,56$$



$$v = a_{11} p_1 + a_{21} p_2 = 0,80 \cdot 0,33 + 0,90 \cdot 0,67 = 0,867;$$

$$v = a_{11} q_1 + a_{12} q_2 = 0,80 \cdot 0,44 + 0,92 \cdot 0,56 = 0,867.$$

Р и с . 5.2. Порядок определения оптимальных стратегий поведения сторон

Выводы и предложения

Для получения гарантированных результатов каждая сторона будет придерживаться своих оптимальных стратегий.

Таможенному органу целесообразно чередовать режим работы средств контроля с частотами, полученными в результате расчетов. При этом средняя вероятность вскрытия контрабанды в рассматриваемых условиях будет равна 0,867.

В целом на основании рассмотренных вариантов игр можно сделать следующие выводы:

1) аналитический метод можно успешно применять для решения вручную лишь игр 2×2 . Применение его для решения игр с большим количеством стратегий у каждого игрока осложняется за счет увеличения систем уравнений;

2) решение игр $m \times n$ аналитическим методом возможно лишь с применением ЭВМ. При этом игра сводится к задаче линейного программирования.

5.5. ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ МАТРИЧНЫХ ИГР

Принцип максимина (минимакса) может быть реализован графически. Сущность графического метода заключается в построении и выявлении нижней (верхней) границы выигрышей и установлении на ней максимально (минимально) возможного выигрыша рассматриваемой стороны.

Графический метод может быть использован в том случае, когда одна сторона имеет только две стратегии. Это обусловливается тем, что график строится на плоскости относительно трех осей:

- оси абсцисс – оси вероятностей;
- оси ординат в левом конце оси абсцисс, называемой осью выигрышей (проигрышей) стороны с двумя стратегиями при применении ею первой стратегии и при каждой стратегии противника;
- оси ординат в правом конце оси абсцисс, называемой осью выигрышей (проигрышей) той же стороны при применении ею второй стратегии и при каждой стратегии противника.

На графике сначала отображаются в виде прямых все стратегии той стороны, у которой их больше двух. Затем выделяется нижняя граница выигрышей или верхняя граница проигрышей (соответственно для одной или другой стороны) и другие построения и действия по решению игры.

Рассмотрим содержание этого метода на примере игры 2×3 с платежной матрицей следующего вида:

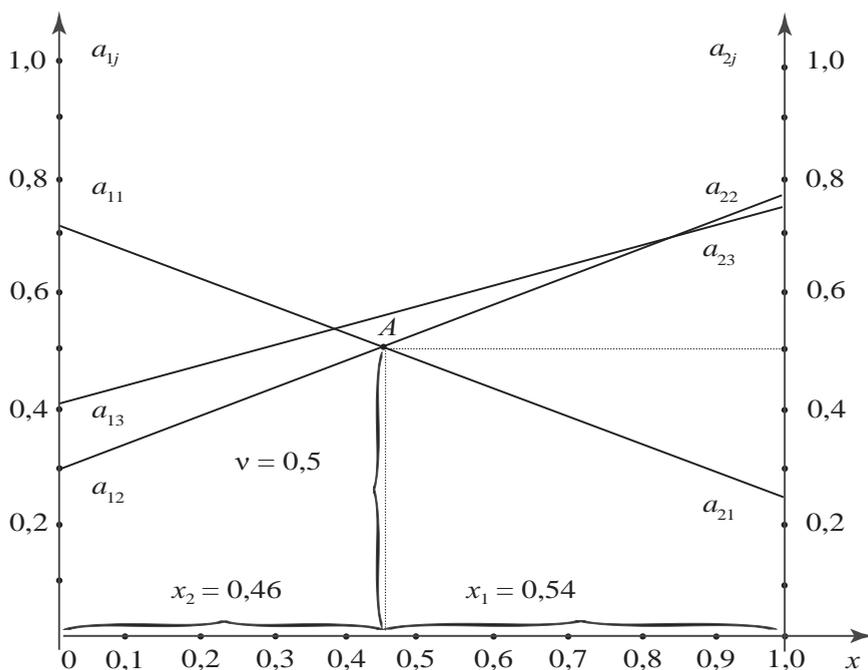
$$\|a_{ij}\| = \begin{vmatrix} 0,72 & 0,28 & 0,40 \\ 0,24 & 0,76 & 0,74 \end{vmatrix}.$$

Сначала наносятся оси графика (рис. 5.3). В данной игре две стратегии имеет сторона A . Поэтому график строится для этой стороны. Левая ось координат – a_{1j} , а правая – a_{2j} , $j = 1, 2, 3$.

Затем проводятся прямые, отображающие выигрыш стороны A отдельно для каждой стратегии стороны B . Выигрыши стороны A при первой стратегии стороны B отображаются на графике прямой $a_{11}a_{21}$, проведенной через точки $a_{11} = 0,72$, $a_{21} = 0,24$. Выигрыши стороны A при второй стратегии стороны B отображаются на графике прямой $a_{12}a_{22}$, проведенной через точки $a_{12} = 0,28$, $a_{22} = 0,76$. Выигрыши стороны A при третьей стратегии стороны B отображаются на графике прямой $a_{13}a_{23}$, проведенной через точки $a_{13} = 0,40$, $a_{23} = 0,74$.

После этого на графике выделяется нижняя граница выигрышей стороны A (ломаная $a_{12}Aa_{21}$) и на ней максимально возможный ее выигрыш (точка A). В точке A этот достигает максимума и определяет решение и цену игры.

Нетрудно убедиться, что ордината точки A есть не что иное, как цена игры, значение которой равно $0,5$. Абсцисса этой точки равна значению оптимальной вероятности применения стороной A второй стратегии ($x_2 = 0,46$). Вероятность применения стороной A первой стратегии равна оставшейся части оси абсцисс: $x_1 = 1 - x_2 = 1 - 0,46 = 0,54$.



Р и с . 5.3. Графический метод решения игры 2×3

Далее при определении оптимальных стратегий у противной стороны исходят из следующей теоремы.

Теорема 5.5.1. В любой конечной игре $m \times n$ существует решение, в котором число активных стратегий у каждой стороны не превосходит наименьшего из чисел m и n .

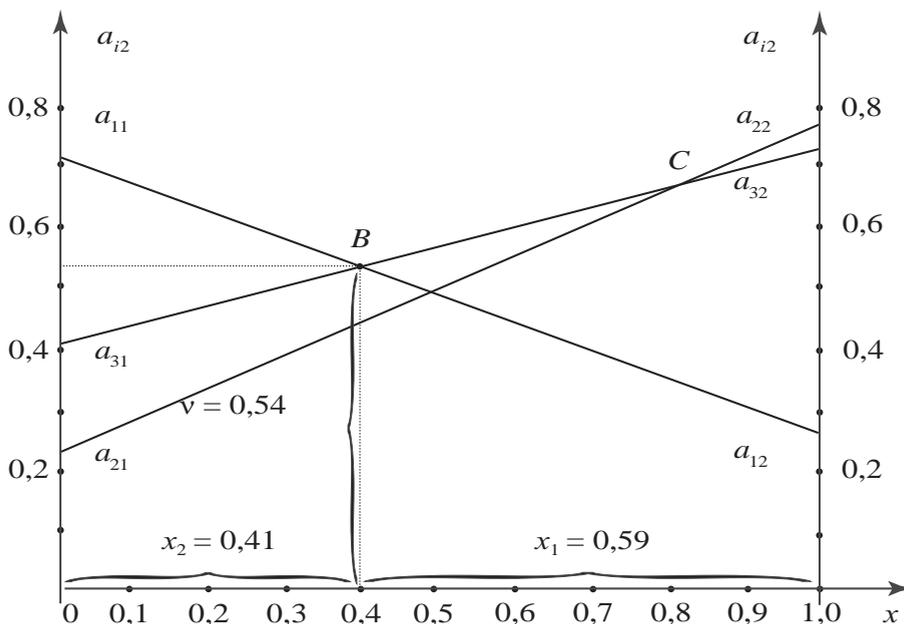
Из нее следует, что в игре $2 \times n$ всегда имеется решение, в котором у каждой стороны не более двух активных стратегий. Если эти стратегии найдены, то исходная игра сведена к игре 2×2 , которая решается элементарно. На графике активные стратегии очевидны – это пара стратегий, пересекающихся в точке A . Если в этой точке пересекаются более двух стратегий, то берется любая пара из этих активных стратегий.

Очевидно, что аналогично может быть решена игра $m \times 2$ с той лишь разницей, что строится и выделяется не нижняя, а верхняя граница выигрыша и на ней устанавливается не максимум, а минимум.

Рассмотрим содержание графического метода решения таких игр на примере игры 3×2 , платежная матрица которой имеет вид:

$$\|a_{ij}\| = \begin{vmatrix} 0,72 & 0,28 \\ 0,24 & 0,76 \\ 0,40 & 0,74 \end{vmatrix}.$$

Сначала построим оси графика (рис. 5.4). В этой игре две стратегии имеет сторона B . Поэтому левая ось ординат – a_{i1} , а правая – a_{i2} , $i = 1, 2, 3$.



Р и с. 5.4. Графический метод решения игры 3×2

Затем отдельно для каждой стратегии стороны A проводятся прямые, отображающие проигрыш стороны B . Проигрыши стороны B при первой стратегии стороны A отображаются на графике прямой $a_{11}a_{12}$, проведенной через точки $a_{11} = 0,72$, $a_{12} = 0,28$.

Проигрыши стороны B при второй стратегии стороны A отображаются на графике прямой $a_{21}a_{22}$, проведенной через точки $a_{21} = 0,24$, $a_{22} = 0,76$. Проигрыши стороны B при третьей стратегии стороны A отображаются прямой $a_{31}a_{32}$, проведенной через точки $a_{31} = 0,40$, $a_{32} = 0,74$.

После этого на графике выделяется верхняя граница проигрыша стороны B (ломаная $a_{11}BCa_{22}$) и на ней – минимально возможный проигрыш (точка B). Точка B , в которой этот проигрыш достигает минимума, и определяет решение и цену игры.

По графику видно, что активными стратегиями стороны A являются первая и третья. Исключив вторую стратегию как пассивную, приходим к игре 2×2 . После этого поиск оптимальных стратегий для стороны A не представляет затруднений.

Итак, обобщая рассмотренное, можем заключить следующее.

1. В частном случае, когда игра имеет седловую точку, решение находится немедленно и в чистых стратегиях.

Разделим полученные неравенства на положительную величину v и введем обозначения:

$$x_1^* = \frac{x_1}{v}, x_2^* = \frac{x_2}{v}, \dots, x_m^* = \frac{x_m}{v}.$$

Тогда получим:

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1^* + a_{12}x_2^* + \dots + a_{m1}x_m^* &\geq 1, \\ a_{12}x_1^* + a_{22}x_2^* + \dots + a_{m2}x_m^* &\geq 1, \\ \dots &\dots \\ a_{1n}x_1^* + a_{2n}x_2^* + \dots + a_{mn}x_m^* &\geq 1. \end{aligned} \right\} \quad (5.6.2)$$

где $x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*$ – неотрицательные переменные.

Поскольку $\sum_{i=1}^m x_i = 1$, то переменные $x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*$ удовлетворяют условию

$$x_1^* + x_2^* + \dots + x_m^* = \frac{1}{v}.$$

Игрок A желает сделать гарантированный выигрыш максимально возможным. Очевидно, этого можно добиться при условии, когда $\frac{1}{v}$ примет минимальное значение.

Таким образом, задача решения игры свелась к следующей математической задаче: определить неотрицательные значения переменных $x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*$ так, чтобы они удовлетворяли линейным ограничениям $\sum_{i=1}^m a_{ij}x_i^* \geq 1$ ($j = \overline{1, n}$) и при этом чтобы их линейная функция $L = \sum_{i=1}^m x_i$ обращалась в минимум. Это типичная задача линейного программирования, решая которую, можно найти оптимальную стратегию S_A игрока A .

Найдем теперь оптимальную стратегию S_B игрока B . Она находится аналогично решению игры для игрока A с той разницей, что игрок B стремится не максимизировать, а минимизировать выигрыш, а значит, не минимизировать, а максимизировать величину $\frac{1}{v}$. Тогда задача сведется к нахождению неотрицательных значений $y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*$, удовлетворяющих условиям $\sum_{j=1}^n a_{ij}y_j^* \leq 1$ и обращающих в максимум линейную функцию $L = \sum_{j=1}^n y_j^*$, где $y_j^* = \frac{y_j}{v}$.

В теории игр доказано, что решение данной игры $m \times n$ существует.

Ввиду больших вычислительных трудностей решения игровых задач методами линейного программирования целесообразно использовать приближенные

(итеративные эвристические) методы. Одним из них является метод, предложенный американским математиком Г. Брауном. Метод обеспечивает сходимость результата, а его точность определяется числом выполненных итераций.

Идея метода заключается в моделировании возможных стратегий поведения противоборствующих сторон в реальных конфликтных ситуациях. Первый ход, то есть выбор стратегии, осуществляется произвольно. Далее, поочередно выбирая стратегии, стороны накапливают сведения о выбираемых противником стратегиях и принимают решение, предполагая, что противник и дальше будет придерживаться тех частот использования стратегий, которые сложились к данному моменту. При достаточном числе итераций частоты применения стратегий получаются близкими к оптимальным.

Рассмотрим на примере алгоритм Брауна для решения игр с платежными матрицами произвольной размерности (таблица 5.3).

Приближенный алгоритм нахождения решения игры, заданной платежной матрицей произвольной размерности, включает следующие этапы.

1. Произвольный выбор одной из стратегий стороной A . Фиксирование данной стратегии (обозначим звездочкой). В примере сторона A выбирает стратегию A_1 .

2. Исходя из стратегии, выбранной стороной A , сторона B выбирает стратегию с минимальным проигрышем (в примере этап 2).

3. Исходя из стратегии, выбранной стороной B (в примере стратегия B_3), сторона A выбирает стратегию с максимальным выигрышем (в примере стратегия A_2).

4. Для учета предыстории конфликтной борьбы сторона B прибавляет к результатам, полученным на этапе 2, значение вновь выбранной стороной A на этапе 3 стратегии (в примере значения стратегии A_1 плюс значения стратегии A_2). Далее следует выбор стороной B минимального значения суммарного проигрыша (в примере стратегия B_1).

5. По стратегии, выбранной стороной B на этапе 4, и результатам этапа 3 проводится суммирование (в примере значения B_1 плюс B_3). Сторона A выбирает значение максимального выигрыша (в примере стратегия A_2).

6. Проверка условия окончания итерационного процесса. При его выполнении следует перейти к этапу 4. При невыполнении – произвести расчет верхней и нижней цены игры и частот применения стратегий.

Количество повторений этапов 4, 5 алгоритма определяется наличием времени и вычислительных возможностей. В общем случае можно сказать, что чем больше итераций будет проведено, тем более точное или приближающееся к оптимальному решению будет получено.

В качестве условий окончания итерационного процесса данного алгоритма, реализуемого на ЭВМ, можно рекомендовать повторение одних и тех же стратегий обеими сторонами M раз подряд или равенство с определенной погрешностью верхней и нижней цен игры. В теории игр доказывается, что данный итерационный процесс сходится, то есть приводит к оптимальному результату за конечное число шагов.

**Алгоритм Брауна для решения игр
с платежными матрицами произвольной размерности**

		Стратегии стороны B				Последовательность решения за сторону A										
		B_1	B_2	B_3	B_4	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	Число переменных стратегий
Стратегии стороны A	A_1	2	3	1	4	*	1	3	5	7	10	13	16	19	22	1
	A_2	1	2	5	4		5*	6*	7	8	10	12	14	16	18	2
	A_3	2	3	4	4		4	6	8	10	13	16	19	22*	25*	2
	A_4	4	2	2	2		2	6	10*	14*	16*	18*	20*	22	24	5
Последовательность решения за сторону B	2	2	3	1*	4	<p align="center">Результаты решения</p> $\alpha = \frac{23}{10} = 2,3; \quad \beta = \frac{25+3}{10} = 2,8;$ $x_1 = 0,1; \quad y_1 = 0,3;$ $x_2 = 0,2; \quad y_2 = 0,6;$ $x_3 = 0,2; \quad y_3 = 0,1;$ $x_4 = 0,5; \quad y_4 = 0;$ $S_A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0,1 & 0,2 & 0,2 & 0,5 \end{pmatrix}$ $S_B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0,3 & 0,6 & 0,1 & 0 \end{pmatrix}$										
	4	3*	5	6	8											
	6	4*	7	11	12											
	8	8*	9	13	14											
	10	12	11*	15	16											
	12	16	13*	17	18											
	14	20	15*	19	20											
	16	24	17*	21	22											
	18	26	20*	15	23											
	20	28	23*	29	24											
Число примененных стратегий	3	6	1	0												

По окончании итерационного процесса определяются нижняя и верхняя цены игры, или гарантированный выигрыш стороны A вычисляется делением минимального суммарного проигрыша стороны B , записанного в последней строке решения за сторону B , на число итераций (в примере $\alpha = \frac{23}{10} = 2,3$). Для вычисления верхней цены игры, или минимального проигрыша стороны B , необходимо за сто-

рону A продолжить решение на один этап и разделить максимальное значение выигрыша на число итераций (в примере $\beta = \frac{25 + 3}{10} = 2,8$).

Для определения частот применения стратегий сторонами необходимо подсчитать, сколько раз та или иная стратегия применялась в итерационном процессе (в примере число итераций равно 10, поэтому за сторону A частоты имеют значения $x_1 = 0,1$; $x_2 = 0,2$; $x_3 = 0,2$; $x_4 = 0,5$; за сторону B $y_1 = 0,3$; $y_2 = 0,6$; $y_3 = 0,1$; $y_4 = 0$).

5.7. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ИГР С ПРИРОДОЙ

Благословен Господь, сделавший
все трудное ненужным и все нужное –
нетрудным.

Г. Сковорода

В рассмотренных задачах теории игр предполагалось, что в них принимают участие два игрока, интересы которых противоположны. Поэтому действия каждого участника направлены на увеличение выигрыша (уменьшение проигрыша). Однако во многих задачах, приводимых к игровым, неопределенность вызвана отсутствием информации об условиях, в которых осуществляется действие. Эти условия зависят не от сознательных действий игрока, а от объективной действительности, которую принято называть природой. Такие игры называются играми с природой. Природа изменяет свои параметры случайно, не преследуя собственных целей. Параметрами среды (природы) могут быть рельеф местности, метеоусловия, уровень радиации и т.п.

Математический аппарат, предназначенный для принятия решений в игровых ситуациях, в которых одна из систем случайно выбирает стратегию, называется теорией статистических решений.

Теория статистических решений оперирует играми, в которых внешняя среда или природа рассматриваются как противоположные системы.

Рассмотрим модель игровой ситуации.

Система A , принимающая решение, имеет множество стратегий $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$. Среда может принимать конечное множество состояний $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$. Вероятности состояний среды могут быть заданы в виде вектора $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ или неизвестны. Задана матрица $m \times n$ (таблица 5.4). Каждый элемент матрицы представляет полезность стратегии A_i при состоянии среды S_j .

Требуется определить такую стратегию A_j , которая является предпочтительной в некотором смысле по сравнению с другими.

Матрица стратегий A и множество состояний S

$A \backslash S$	S_1	S_1	...	S_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{12}	a_{22}	...	a_{2n}
...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Для решения поставленной задачи следует исключить дублирующие и заведомо невыгодные стратегии системы A . Для среды этого делать не следует, так как выбор ее стратегии производится случайно.

В теории статистических решений наряду с платежной матрицей (таблица 5.4) пользуются матрицей рисков. Риском r_{ij} называется разность между максимально возможным выигрышем при состоянии среды S_j и выигрышем при выборе конкретной стратегии A_i . Обозначив максимальный элемент столбца платежной матрицы

$$\beta_j = \max_i \{a_{ij}\}, \quad (5.7.1)$$

согласно определению получим

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij}. \quad (5.7.2)$$

Матрица рисков $\|r_{ij}\|$ эквивалентна платежной матрице $\|a_{ij}\|$.

Выбор предпочтительной стратегии системы A может производиться в двух различных ситуациях.

1. Вероятности состояния среды S_j , $j = \overline{1, n}$ заданы в виде вектора $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$. В этом случае в качестве показателя эффективности выбирают среднее значение или математическое ожидание выигрыша системы A :

$$\bar{a}_i = \sum_{j=1}^n q_j a_{ij}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (5.7.3)$$

Предпочтительной будет стратегия A_i^* , при которой максимизируется средний выигрыш:

$$\max_i \bar{a}_i = \max_i \sum_{j=1}^n q_j a_{ij}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (5.7.4)$$

Если используется матрица рисков, то, соответственно,

$$\bar{r}_i = \sum_{j=1}^n q_j r_{ij}; \quad (5.7.5)$$

$$\min_i \bar{r}_i = \min_i \sum_{j=1}^n q_j r_{ij}, \quad i = \overline{1, m} \quad (5.7.6)$$

2. Вероятности состояния среды $S_j, j = \overline{1, n}$ неизвестны.

Существует несколько критериев для определения предпочтительной стратегии системы A .

Критерий Вальда (критерий крайнего пессимизма) совпадает с критерием выбора стратегии, позволяющей получить нижнюю цену парной игры:

$$W_1 = \max_i \min_j a_{ij}. \quad (5.7.7)$$

Критерий минимального риска Севиджа рекомендует выбирать стратегию, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации:

$$W_2 = \min_i \max_j r_{ij}. \quad (5.7.8)$$

Критерий Гурвица учитывает как пессимистический, так и оптимистический подход к оценке ситуации:

$$W_3 = \max_i \left\{ \lambda \min_j a_{ij} + (1 - \lambda) \max_j a_{ij} \right\}, \quad (5.7.9)$$

где $0 \leq \lambda \leq 1$.

Выбор критерия принятия решения является наиболее сложным и ответственным этапом, для которого не существует каких-либо рекомендаций. Выбор критерия производит руководитель системы с учетом специфики ее задач и целей. В частности, если даже минимальный риск недопустим, то следует применять критерий Вальда. Если, наоборот, определенный риск вполне приемлем и в систему вложены средства, то выбирают критерий Севиджа. При отсутствии достаточной информации для выбора того или иного критерия возможен альтернативный подход, который связан с вычислением шансов на выигрыш на основе прошлого опыта.

5.8. БЕСКОНЕЧНЫЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ ИГРЫ

Всякое действие рождает
противодействующих.

Я. Воис

5.8.1. Понятие и основные теоремы бесконечных антагонистических игр

Естественным обобщением матричных игр являются бесконечные антагонистические игры. К ним относятся те, в которых участвуют два игрока и хотя бы один из них имеет бесконечное множество возможных стратегий. Из игр этого класса рассмотрим одношаговые игры двух игроков. При формализации реальной ситуации с бесконечным числом выборов каждую стратегию будем сопоставлять с определенным числом из единичного интервала. Это обусловлено тем, что всегда можно простым преобразованием любой интервал перевести в единичный и наоборот. Пусть, например, стратегии игроков пронумерованы целыми числами $n = 1, 2, \dots, m = 1, 2, \dots$. Тогда им можно поставить в соответствие числа $x = \frac{1}{n}, y = \frac{1}{m}$, которые принадлежат единичному интервалу $E = [0, 1]$, причем $1 \in E, 0 \notin E$. При таком преобразовании каждому из чисел $x = \frac{1}{n} \in E, y = \frac{1}{m} \in E$ соответствует чистая стратегия n первого игрока и чистая стратегия m второго игрока.

Обозначим:

$Q_1(x, y)$ выигрыш первого игрока при условии, что он выбирает стратегию x , а второй игрок выбирает стратегию y ;

$Q_2(x, y)$ выигрыш второго игрока при условии, что он выбирает стратегию y , а первый игрок выбирает стратегию x .

Если $Q_1(x, y) \neq Q_2(x, y)$, то игра относится к классу бесконечных антагонистических игр с ненулевой суммой. Если же $Q_1(x, y) = Q_2(x, y) = Q(x, y)$ для всех $x \in E, y \in E$, то имеет место бесконечная антагонистическая игра с нулевой суммой.

По аналогии с матричными играми назовем *чистой нижней ценой* игры величину $v_1 = \max_x \inf_y Q(x, y)$ или $v_1 = \max_x \min_y Q(x, y)$, а *чистой верхней ценой* игры – величину $v_2 = \min_y \sup_x Q(x, y)$ или $v_2 = \min_y \max_x Q(x, y)$.

Естественно считать, что если для какой-либо бесконечной игры величины v_1 и v_2 существуют и равны между собой ($v_1 = v_2 = v$), то такая игра имеет решение в чистых стратегиях, то есть оптимальной стратегией первого игрока является выбор числа $x_0 \in E$, а второго – $y_0 \in E$, при которых $Q(x_0, y_0) = v$. В этом случае v называется ценой игры, а (x_0, y_0) – седловой точкой в чистых стратегиях.

Пример 5.8.1. Первый игрок выбирает число x из множества $E = [0; 1]$. Второй игрок выбирает число y из множества $Y = [0; 1]$. После этого второй игрок платит первому сумму $Q(x, y) = 2x^2 - y^2$.

Поскольку второй игрок хочет минимизировать выигрыш первого игрока, то он определяет $\min_{y \in E} (2x - y^2) = 2x^2 - 1$, то есть при этом $y = 1$. Первый игрок желает максимизировать свой выигрыш. Поэтому он определяет

$$\max_{x \in E} [\min_{y \in E} Q(x, y)] = \max_{x \in E} (2x^2 - 1) = 2 - 1 = 1,$$

который достигается при $x = 1$. Следовательно, нижняя цена игры равна $v_1 = 1$.

Верхняя цена игры

$$\min_{y \in E} [\max_{x \in E} Q(x, y)] = \min_{y \in E} (2x^2 - 1) = 2 - 1 = 1,$$

то есть в этой игре $v_1 = v_2 = 1$. Поэтому цена игры $v = 1$, а седловая точка $(1, 1)$.

Пример 5.8.2. Игрок 1 выбирает $x \in E$, игрок 2 выбирает $y \in E$. После этого первый игрок получает сумму $Q(x, y) = x + y$ за счет второго игрока. Поскольку E – открытый интервал ($0 \notin E$), то на нем v_1 и v_2 не существуют. Если бы E был замкнутым интервалом, то, очевидно, было бы следующее:

$$v_1 = v_2 = 1 \text{ при } x_0 = 1, y_0 = 0.$$

С другой стороны, ясно, что:

- выбирая x , достаточно близкое к 1, первый игрок будет уверен, что он получит выигрыш не меньше, чем число, близкое к цене игры $v = 1$;
- второй игрок, выбирая y , близкое к нулю, не допустит, чтобы выигрыш первого игрока значительно отличался от цены игры $v = 1$.

Степень близости к цене игры может характеризоваться числом $\varepsilon > 0$. Поэтому в описываемой игре можно говорить об оптимальности чистых стратегий $x_0 = 1, y_0 = 0$ первого и второго игроков соответственно с точностью до произвольного числа $\varepsilon > 0$. В связи с этим введем следующие определения.

Точка $(x_\varepsilon, y_\varepsilon)$, где $x_\varepsilon \in E, y_\varepsilon \in E$, в антагонистической непрерывной игре называется *точкой ε -равновесия*, если для любых стратегий $x \in E$ игрока 1, $y \in E$ игрока 2 имеет место неравенство

$$Q(x, y_\varepsilon) - \varepsilon \leq Q(x_\varepsilon, y_\varepsilon) \leq Q(x_\varepsilon, y) + \varepsilon.$$

Точка ε -равновесия $(x_\varepsilon, y_\varepsilon)$ называется также *ε -седловой точкой функции $Q(x, y)$* , а стратегии x_ε и y_ε называются *ε -оптимальными стратегиями*. Эти стратегии являются оптимальными с точностью до ε в том смысле, что если отклонение от оптимальной стратегии никакой пользы игроку принести не может, то его отклонение от ε -оптимальной стратегии может увеличить выигрыш не более чем на ε .

Можно доказать, что для того чтобы функция $Q(x, y)$ имела ε -седловые точки для любого $\varepsilon > 0$, необходимо и достаточно, чтобы

$$\sup_x \inf_y Q(x, y) = \inf_y \sup_x Q(x, y).$$

Если игра не имеет ε -седловой точки в чистых стратегиях, то оптимальные стратегии следует искать среди смешанных. В качестве вероятностной меры здесь вводятся функции распределения вероятностей применения игроками чистых стратегий.

Пусть $F_1(x)$ – функция распределения вероятностей применения чистых стратегий первым игроком. Если число ξ – чистая стратегия этого игрока, то

$$F_1(x) = P(\xi \leq x),$$

где $P(\xi \leq x)$ означает вероятность того, что случайно выбранная чистая стратегия ξ не будет превосходить число x .

Аналогично рассматривается функция распределения вероятностей применения чистых стратегий η вторым игроком $F_2(y) = P(\eta \leq y)$.

Функции $F_1(x)$ и $F_2(y)$ называются *смешанными стратегиями* соответственно первого и второго игроков. Если эти функции дифференцируемы, то существуют их производные, обозначаемые соответственно через $f_1(x)$ и $f_2(y)$ (функции плотности распределения).

В общем случае дифференциал функции распределения $dF_1(x)$ выражает вероятность того, что стратегия ξ первого игрока находится в промежутке $x \leq \xi \leq x + dx$.

Аналогично для второго игрока: $dF_2(y)$ означает вероятность того, что его стратегия η находится в интервале $y \leq \eta \leq y + dy$.

Тогда выигрыш первого игрока составит $Q(x, y)dF_1(x)$, а выигрыш второго игрока будет равен $Q(x, y)dF_2(y)$.

Средний выигрыш $M(F_1, y)$ первого игрока при условии, что второй игрок применяет свою чистую стратегию y , получим, если проинтегрируем выигрыш по

$$\text{всем возможным значениям } x, \text{ то есть } M(F_1, y) = \int_0^1 Q(x, y) dF_1(x).$$

Аналогично, если первый игрок применяет свою чистую стратегию x , а второй – y , выигрыш первого игрока равен $Q(x, y)dF_1(x)dF_2(y)$.

Средний выигрыш первого игрока при условии, что оба применяют свои смешанные стратегии $F_1(x)$ и $F_2(y)$, будет равен

$$M(F_1, F_2) = \int_0^1 \int_0^1 Q(x, y) dF_1(x) dF_2(y).$$

По аналогии с матричными играми определяются оптимальные смешанные стратегии игроков и цена игры: в антагонистической непрерывной игре пара

смешанных стратегий $F_1^*(x)$ и $F_2^*(y)$ первого и второго игроков образует седловую точку в смешанных стратегиях, если для любых смешанных стратегий $F_1(x)$ и $F_2(y)$ справедливы соотношения $M(F_1, F_2^*) \leq M(F_1^*, F_2^*) \leq M(F_1^*, F_2)$.

Из левой части последнего неравенства следует, что если первый игрок отступает от своей стратегии $F_1^*(x)$, то его средний выигрыш не может увеличиться, но может уменьшиться за счет лучших действий второго игрока. Поэтому $F_1^*(x)$ называется *оптимальной смешанной стратегией первого игрока*.

Из правой части последнего неравенства следует, что если второй игрок отступит от своей смешанной стратегии $F_2^*(y)$, то средний выигрыш первого игрока может увеличиться, а не уменьшиться, за счет его более разумных действий. Поэтому $F_2^*(y)$ называется *оптимальной смешанной стратегией второго игрока*. Средний выигрыш $M(F_1^*, F_2^*)$, получаемый первым игроком при применении обоими игроками оптимальных смешанных стратегий, называется *ценой игры*.

По аналогии с матричными играми рассматриваются нижняя $v_1 = \max_{F_1} \min_{F_2} M(F_1, F_2)$ и верхняя $v_2 = \min_{F_1} \max_{F_2} M(F_1, F_2)$ цены непрерывной игры в смешанных стратегиях.

Если существуют такие смешанные стратегии $F_1^*(x)$ и $F_2^*(y)$, при которых нижняя и верхняя цены непрерывной игры совпадают, то $F_1^*(x)$ и $F_2^*(y)$ естественно назвать оптимальными смешанными стратегиями соответствующих игроков, а $v_1 = v_2 = v$ – ценой игры.

Можно доказать, что существование седловой точки в смешанных стратегиях рассматриваемой игры равносильно существованию верхней v_2 и нижней v_1 цен игры в смешанных стратегиях и их равенству $v_1 = v_2 = v$.

Таким образом, решить бесконечную антагонистическую игру с нулевой суммой означает найти седловую точку или такие смешанные стратегии, при которых нижняя и верхняя цены игры совпадают.

Теорема 5.8.1 (существования). Всякая антагонистическая бесконечная игра двух игроков с непрерывной функцией выигрышей $Q(x, y)$ на единичном квадрате ($x \in E, y \in E$) имеет решение (игроки имеют оптимальные смешанные стратегии).

Теорема 5.8.2. Пусть задана бесконечная антагонистическая игра с непрерывной функцией выигрышей $Q(x, y)$ на единичном квадрате и ценой игры v . Тогда, если $F_2(y)$ – оптимальная стратегия второго игрока и для некоторого x_0 $\int_0^1 Q(x_0, y) dF_2(y) < v$, то x_0 не может входить в точки спектра оптимальной стратегии первого игрока.

Если же $F_1(x)$ – оптимальная стратегия первого игрока и для некоторого y_0 $\int_0^1 M(x, y_0) dF(x) > v$, то y_0 не может быть точкой спектра оптимальной стратегии второго игрока.

Из теоремы 5.8.2 следует, что если один из игроков применяет оптимальную стратегию, а другой – чистую, причем средний выигрыш первого игрока отличается от цены игры, то эта чистая стратегия не может войти в его оптимальную стратегию (или входит в нее с вероятностью нуль).

Теорема 5.8.3. Пусть в бесконечной антагонистической игре функция выигрышей $Q(x, y)$ непрерывна для $x \in (0, 1), y \in (0, 1)$ и $Q(x, y) = -Q(y, x)$, тогда цена игры равна нулю и любая оптимальная стратегия одного игрока будет также оптимальной стратегией другого игрока.

Сформулированные свойства оптимальных смешанных стратегий и цены игры помогают находить или проверять решения, но они еще не дают в общем виде приемлемых методов решения игры. Более того, общих методов для точного нахождения решений бесконечных антагонистических игр не существует. Такие методы разработаны только для некоторых видов этих игр.

5.8.2. Бесконечные антагонистические игры с выпуклой целевой функцией

Бесконечные антагонистические игры с выпуклыми непрерывными функциями выигрышей называют выпуклыми. Поиск решений таких игр опирается на свойства выпуклых функций.

Напомним, что *выпуклой* функцией f действительной переменной x на интервале (a, b) называется такая функция, для которой выполняется неравенство

$$f(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2) \leq \alpha_1 f(x_1) + \alpha_2 f(x_2),$$

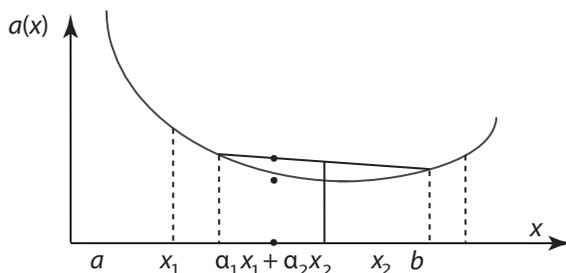
где x_1 и x_2 – любые две точки из интервала (a, b) ;

$\alpha_1, \alpha_2 \geq 0$, причем $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$.

Если для $\alpha_1 \neq 0, \alpha_2 \neq 0$ всегда имеет место строгое неравенство

$$f(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2) < \alpha_1 f(x_1) + \alpha_2 f(x_2),$$

то функция f называется *строго выпуклой* на $(a; b)$. Геометрически выпуклая функция изображает дугу, график которой расположен ниже стягивающей ее хорды (см. рис. 5.5).



Р и с . 5.5. Выпуклая функция

Непрерывная и строго выпуклая функция f на замкнутом интервале принимает минимальное значение только в одной точке. Это свойство строго выпуклых функций и положено в основу подхода к нахождению решений выпуклых игр. Их решение строится исходя из следующего утверждения.

Теорема 5.8.4. Пусть $Q(x, y)$ – непрерывная функция выигрышей первого игрока на единичном квадрате и *строго* выпуклая по y для любого x . Тогда имеется единственная оптимальная чистая стратегия $y = y_0 \in [0, 1]$ для второго игрока, и цена игры определяется по формуле

$$v = \min_y \max_x Q(x, y), \quad (5.8.1)$$

значение y_0 определяется как решение следующего уравнения:

$$\max_x Q(x, y_0) = v. \quad (5.8.2)$$

Замечание. Если в теореме 5.8.4 предполагать не строгую выпуклость функции $Q(x, y)$ по y , а просто выпуклость, то теорема остается в силе с тем отличием, что у второго игрока оптимальная чистая стратегия не будет единственной.

Замечание. Выпуклые игры называют часто выпукло-вогнутыми, так как игра в них имеет седлообразное ядро, а поскольку оно седлообразное, игра имеет седловую точку в чистых стратегиях.

Таким образом, если $Q(x, y)$ непрерывна и *выпукла по y* , то цена игры определяется по формуле (5.8.1), и второй игрок имеет оптимальную чистую стратегию, определяемую из уравнения (5.8.2).

Аналогично и для первого игрока: если функция выигрышей $Q(x, y)$ непрерывна по обоим аргументам и *строго вогнута по x* при любом y , то в этом случае первый игрок имеет единственную оптимальную стратегию.

Цена игры определяется по формуле

$$v = \max_x \min_y Q(x, y), \quad (5.8.3)$$

а чистая оптимальная стратегия x_0 первого игрока определяется из уравнения

$$\min_y Q(x_0, y) = v. \quad (5.8.4)$$

Пример. Пусть на квадрате $[0; 1]$ задана функция

$$Q(x, y) = \sin \frac{\pi(x+y)}{2}. \quad (5.8.5)$$

Так как

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} = -\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \sin \frac{\pi(x+y)}{2} < 0 \text{ для } x \in [0; 1], y \in [0; 1],$$

то $Q(x, y)$ строго вогнута по x для любого $y \in [0; 1]$. Следовательно, цена игры найдется по формуле (5.8.3):

$$v = \max_x \min_y \sin \frac{\pi(x+y)}{2}.$$

Отметим, что при $0 \leq x \leq \frac{1}{2}$ справедливо равенство

$$\min_{0 \leq y \leq 1} \sin \frac{\pi(x+y)}{2} = \sin \frac{\pi x}{2},$$

а при $0,5 < x \leq 1$

$$\min_{0 \leq y \leq 1} \sin \frac{\pi(x+y)}{2} = \sin \frac{\pi(x+1)}{2}.$$

Поэтому

$$\begin{aligned} v &= \max \left[\max_{0 \leq x \leq \frac{1}{2}} \min_{0 \leq y \leq 1} \sin \frac{\pi(x+y)}{2}; \max_{\frac{1}{2} \leq x \leq 1} \min_{0 \leq y \leq 1} \sin \frac{\pi(x+y)}{2} \right] = \\ &= \max \left[\max_{0 \leq x \leq \frac{1}{2}} \sin \frac{\pi x}{2}; \max_{\frac{1}{2} \leq x \leq 1} \sin \frac{\pi(x+1)}{2} \right] = \max \left[\frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{2}}{2} \right] = \frac{\sqrt{2}}{2}. \end{aligned}$$

При этом значение x получается равным $x_0 = \frac{1}{2}$. Это же значение получается из решения уравнения $\min_{0 \leq y \leq 1} \sin \frac{\pi(x+y)}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, поскольку минимум достигается при $y = 0$, и это уравнение превращается в $\sin \frac{\pi x}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, откуда следует, что $x = \frac{1}{2}$.

Заметим, что если в функции выигрышей (5.8.5) поменять местами x и y , то она не изменится, а следовательно, эта функция выпукла и по y при всех $x \in [0; 1]$. Поэтому к ней применим тот же подход, то есть у второго игрока существует оптимальная чистая стратегия y_0 , определяемая из уравнения (5.8.4):

$$\max_{0 \leq x \leq 1} \sin \frac{\pi(x+y)}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Очевидно, максимум по x достигается при $x = \frac{1}{2}$, и последнее уравнение при-

мет вид $\sin \frac{\pi \left(\frac{1}{2} + y \right)}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$

Решением последнего уравнения будет $y_0 = 0$. Следовательно, второй игрок имеет оптимальную чистую стратегию $y_0 = 0$.

В приведенном выше примере мы могли определить оптимальную стратегию только для первого игрока. Стратегия второго игрока получена случайно, в силу «удачного» вида функции $Q(x, y)$. В общем же случае функция выигрыша может оказаться не столь «удачной». В связи с этим рассмотрим метод определения

оптимальных стратегий того игрока, для которого функция выигрышей *не обязательно* выпукла.

Пусть непрерывная функция $Q(x, y)$, заданная на единичном квадрате, выпукла по y . Нас будет интересовать вопрос нахождения оптимальных стратегий 1 игрока. Предположим также, что для $x \in [0; 1], y \in [0; 1]$ существует частная производная функции $Q(x, y)$ по y , причем в точках $y = 0$ и $y = 1$ $Q'_y(x, y) = \frac{\partial Q(x, y)}{\partial y}$ имеются как правая, так и левая производные соответственно. Обозначим через y_0 одну из оптимальных чистых стратегий игрока 2 (эта стратегия в соответствии с теоремой 5.8.1 существует).

Согласно теореме 5.8.2 чистые стратегии x первого игрока могут входить в его оптимальную стратегию с положительной вероятностью, если для них выполняется равенство $Q(x, y_0) = v$.

Такие чистые стратегии x называются *существенными*.

Теорема 5.8.5. Пусть дана бесконечная антагонистическая игра с непрерывной и дифференцируемой по y на единичном квадрате при любом x функцией выигрышей $Q(x, y)$ с оптимальной чистой стратегией y_0 второго игрока и ценой игры v , тогда:

1) если $y_0 = 1$, то среди оптимальных стратегий первого игрока имеется существенная чистая стратегия x_1 , для которой $Q'_y(x_1, 1) \leq 1$;

2) если $y_0 = 0$, то среди оптимальных стратегий первого игрока имеется существенная чистая стратегия x_2 , для которой $Q'_y(x_2, 0) \geq 0$;

3) если $0 \leq y_0 \leq 1$, то среди оптимальных стратегий первого игрока найдется такая, которая является смесью двух существенных стратегий x_1 и x_2 ; для этих стратегий $Q'_y(x_1, y_0 \leq 0), Q'_y(x_2, y_0 \geq 0)$, стратегия x_1 употребляется с вероятностью α , стратегия x_2 – с вероятностью $(1 - \alpha)$, где α находится из уравнения

$$\alpha Q'_y(x_1, y_0) + (1 - \alpha) Q'_y(x_2, y_0) = 0. \quad (5.8.6)$$

Пример. Пусть функция выигрышей в бесконечной антагонистической игре задана на единичном квадрате и равна

$$Q(x, y) = (x - y)^2 = x^2 - 2xy + y^2.$$

Эта функция непрерывна по x и y , и поэтому игра имеет решение. Кроме того, $\frac{\partial^2 Q(x, y)}{\partial y^2} = 2 > 0$.

Следовательно, $Q(x, y)$ выпукла по y , и поэтому согласно теореме 5.8.4 цена игры определяется по формуле (5.8.1), второй игрок имеет чистую оптимальную стратегию y_0 , определяемую из уравнения (5.8.2). Таким образом, имеем $v = \min_y \max_x (x - y)^2$.

Для определения $\max_x (x^2 - 2xy + y^2)$ последовательно найдем

$$\frac{\partial Q(x, y)}{\partial x} = 2x - 2y = 0 \Rightarrow x = y;$$

$$\frac{\partial^2 Q(x, y)}{\partial x^2} = 2 > 0.$$

Из полученных соотношений следует, что при $x = y$ функция $Q(x, y)$ равна нулю для любого y . Следовательно, ее максимум достигается в одной из крайних точек $x = 0$ и (или) $x = 1$, $Q(0; y) = y^2$, $Q(1; y) = 1 - 2y + y^2 = (y - 1)^2$,

$v = \min_{0 \leq y \leq 1} \max \{y^2; (1 - y)^2\}$. Этот $\min \max \{...\}$ достигается, если $y^2 = (1 - y)^2$, то есть $y = \frac{1}{2}$.

Следовательно, $v = \frac{1}{4}$ при $y_0 = \frac{1}{2}$.

Определим теперь оптимальные стратегии для первого игрока. Поскольку $y_0 = \frac{1}{2}$, то $0 < y_0 < 1$. Согласно теореме 5.8.5 рассмотрим третий случай.

Определим x из уравнения $Q(x, y_0) = v$, то есть $(x - \frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$.

Решая последнее уравнение, получим $x_1 = 0$, $x_2 = 1$. Теперь необходимо определить величину α – вероятность применения чистой стратегии $x_1 = 0$. С этой целью используем уравнение (5.8.6): $\alpha Q'_y(0, \frac{1}{2}) + (1 - \alpha) Q'_y(1, \frac{1}{2}) = 0$.

Нетрудно найти

$$Q'_y(0; \frac{1}{2}) = -2(x - y) \Big|_{\substack{x=0 \\ y=1/2}} = +1,$$

$$Q'_y(1; \frac{1}{2}) = -2(x - y) \Big|_{\substack{x=1 \\ y=1/2}} = -1.$$

С учетом этого уравнение для α примет вид: $\alpha - (1 - \alpha) = 0$, откуда $\alpha = \frac{1}{2}$. Следовательно, смешанная стратегия первого игрока имеет вид

$$F_1(x) = \frac{1}{2} J_0(x) + \frac{1}{2} J_1(x), \text{ а второго } - F_2(y) = (y).$$

Здесь через $J_a(x)$ обозначена ступенчатая функция: $J_a(z) = \begin{cases} 0 & \text{при } z < a \\ 1 & \text{при } z \geq a \end{cases}$.

В целом рассмотренные игровые модели позволяют решать широкий круг практических задач управления экономическими системами с учетом рисков, обусловленных недостатком информации и конфликтом интересов.

Три пути ведут к знанию: путь размышления – это путь самый благородный, путь подражания – это путь самый легкий и путь опыта – это путь самый горький.

Конфуций

6. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ТАМОЖЕННОМ КОНТРОЛЕ

6.1. СУЩНОСТЬ И ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ТАМОЖЕННОМ КОНТРОЛЕ

Никакое человеческое исследование не может почитаться истинной наукой, если оно не изложено математическими способами выражения.

Леонардо да Винчи

Таможенный контроль представляет собой циклический процесс определения и проведения таможенными органами комплекса контрольных мероприятий в отношении товаров и транспортных средств международной перевозки, перемещаемых через таможенную границу. Его цель состоит в обеспечении выполнения участниками внешнеэкономической деятельности, перемещающими указанные товары, таможенного законодательства. В условиях ограниченности ресурсов таможенных органов достижение этой цели обеспечивается реализацией *принципа выборочности*. Его суть состоит в том, что в каждый момент времени углубленному контролю подлежит не все множество товаров и транспортных средств международной перевозки, перемещаемых через таможенную границу, а только ограниченная выборка из него. В связи с этим в наиболее общем виде процесс таможенного контроля включает *два последовательных этапа*. *Первый* состоит в делении множества перемещаемых через таможенную границу товарных партий и транспортных средств международной перевозки на подмножества объектов, подлежащих обычному и углубленному контролю, а *второй* заключается в проведении необходимых контрольных мероприятий для каждого из объектов выделенных подмножеств [35, 44].

Реализация первого этапа связана с *риском* некорректного выбора из полного множества перемещаемых через таможенную границу товарных партий и транспортных средств международной перевозки подмножества объектов, подлежащих углубленному контролю. Некорректность состоит в следующем:

1) включение в совокупность объектов, подлежащих углубленному контролю, объектов, при перемещении которых участники внешнеэкономической деятельности не допустили неправомерных действий, которые приводят к нарушению таможенного законодательства и (или) законодательства государств – членов Евразийского экономического союза, неполному сбору таможенных пошлин, налогов и иных таможенных платежей или к уклонению от их уплаты, нанесению ущерба экономике государств, здоровью граждан и окружающей среде;

2) оставление объектов, при перемещении которых допущены указанные нарушения, в подмножестве объектов, подлежащих только обычному контролю.

Это ведет к неоправданным затратам ресурсов государства в лице таможенных органов на проведение мероприятий углубленного таможенного контроля, излишним издержкам участников внешнеэкономической деятельности, обусловленным осуществлением этих мероприятий, а также потерям государства вследствие невыявленных нарушений.

Реализация второго этапа связана с риском невыявления при осуществлении контроля имеющихся нарушений в контролируемых объектах. Их невыявление также ведет к неоправданным затратам ресурсов государства и обусловленным имеющимися нарушениями потерям.

Корректный учет этих рисков и максимально возможное при имеющихся ресурсах снижение ущерба государству при реализации рисков событий составляют *суть риск-ориентированного подхода при таможенном контроле*. Он реализуется системой управления рисками (СУР), представляющей собой совокупность взаимосвязанных органов и средств управления, обеспечивающих анализ, выявление, оценку и минимизацию рисков в ходе таможенного контроля. При этом органами управления рисками являются структурные подразделения и должностные лица таможенных органов, уполномоченные на управление таможенными рисками, а средства управления рисками включают совокупность технических средств, информационных ресурсов и информационных технологий, применяемых для управления таможенными рисками.

Функционирование СУР заключается в осуществлении циклического процесса формирования и оказания органами управления управляющих воздействий (решений по выбору объектов для углубленного таможенного контроля и мероприятий этого контроля) на перемещаемые через таможенную границу товары и транспортные средства международной перевозки, обеспечивающих минимизацию при имеющихся ресурсах таможенных органов ущерба государству вследствие неправомерных действий участников внешнеэкономической деятельности. Следовательно, достижение цели управления рисками, прежде всего, определяется рациональностью принимаемых решений.

Формирование рациональных решений предполагает [45, 46]:

- установление и представление в измеримой форме целей и задач таможенного контроля товаров и транспортных средств международной перевозки;
- формирование альтернативных вариантов решений;

- прогнозирование результатов, достигаемых при принятии того или иного варианта;
- сравнение их по эффективности и выбор рационального решения.

Высокая интенсивность и разнообразие потока товаров и транспортных средств, подлежащих контролю, приводит к необходимости автоматизации указанного процесса формирования управленческих решений. Его автоматизация, прежде всего, предполагает формализацию процесса управления рисками при таможенном контроле. В интересах этой формализации каждый подконтрольный таможенным органам в момент времени t объект будем представлять в виде соответствующего вектора

$$X^{*k}(i, t) = \{x_1^{*k}(i, t), x_2^{*k}(i, t), \dots, x_{n-1}^{*k}(i, t), x_N^{*k}(i, t)\}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad i \in I^k(t), \quad (6.1.1)$$

где k – идентификатор класса объектов;

K – количество классов объектов, подконтрольных рассматриваемому таможенному органу;

i – идентификатор объекта;

$I^k(t)$ – множество объектов k -го класса, подконтрольных в момент времени t рассматриваемому таможенному органу;

n – идентификатор параметра подконтрольного объекта;

N – количество параметров, характеризующих каждый подконтрольный объект k -го класса;

$x_n^{*k}(i, t)$ – действительное значение n -го параметра i -го объекта k -го класса в момент времени t .

Поступающую в таможенный орган априорную информацию об объекте контроля будем представлять в виде вектора

$$X^k(i, t) = \{x_1^k(i, t), x_2^k(i, t), \dots, x_{n-1}^k(i, t), x_N^k(i, t)\}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad i \in I^k(t), \quad (6.1.2)$$

где $x_n^k(i, t)$ – поступающая в таможенный орган информация о n -м параметре объекта контроля.

При такой формализации нарушения проявляются в предоставлении в таможенный орган недостоверной информации об объектах контроля, то есть в несовпадении компонент векторов (6.3.1) и (6.3.2). Это несовпадение будем представлять в виде вектора

$$\Delta X^k(i, t) = \{\Delta x_1^k(i, t), \Delta x_2^k(i, t), \dots, \Delta x_{n-1}^k(i, t), \Delta x_N^k(i, t)\}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad i \in I^k(t), \quad (6.1.3)$$

где $\Delta x_n^k(i, t)$ – отклонение n -й компоненты вектора (6.1.3) от ее действительного значения, определяемого соответствующей компонентой вектора (6.1.2).

Если компоненты векторов (6.1.1) и (6.1.2) измеряются в абсолютной шкале, то

$$\Delta x_n^k(i, t) = x_n^{*k}(i, t) - x_n^k(i, t), \quad n = 1, 2, \dots, N. \quad (6.1.4)$$

Если априорная информация об объекте контроля содержит только действительные сведения о его параметрах, то (6.1.3) и (6.1.4) являются «нулевыми» векторами и в отношении рассматриваемого объекта мероприятия углубленного таможенного контроля не целесообразны. Если же вектор (6.1.3) содержит ненулевые компоненты, то таможенный орган должен вскрыть эти отклонения, определить соответствующие отклонениям нарушения и принять меры по их устранению. Вскрытие отклонений связано с проведением той или иной совокупности мероприятий углубленного контроля. Их проведение, в свою очередь, требует привлечения соответствующих кадровых, временных, финансовых, материальных и других ресурсов.

В рамках рассмотренной формализации первый этап процедуры управления рисками при таможенном контроле заключается в выборе из множества $I^k(t)$ подмножества $I^{*k}(t) \subseteq I^k(t)$ объектов, обладающих ненулевыми векторами (6.1.3). Этот выбор осуществляется в условиях априорной неопределенности. В связи с этим в процессе выбора формируется подмножество $\hat{I}^k(t) \subseteq I^k(t)$, не всегда совпадающее (или вовсе несовпадающее) с подмножеством $I^{*k}(t)$. Рассматриваемый выбор идеален, если

$$I^{*k}(t) \cap \hat{I}^k(t) = I^{*k}(t) = \hat{I}^k(t), \quad (6.1.5)$$

и абсолютно неидеален, если

$$I^{*k}(t) \cap \hat{I}^k(t) = \emptyset. \quad (6.1.6)$$

Соотношение (6.1.5) означает, что для контроля выбраны все объекты, в которых имеются нарушения, и ни одного объекта без нарушений. Соотношение (6.1.6) означает, что в выбранном для контроля множестве объектов нет ни одного объекта с нарушениями.

Все реальные результаты выбора лежат в промежутке между идеальными и неидеальными, то есть для них имеет место соотношение

$$I^{*k}(t) \cap \hat{I}^k(t) = I_1^k(t), \quad I_1^k(t) \neq \emptyset, \quad I_1^k(t) \neq I^{*k}(t). \quad (6.1.7)$$

Подмножество $I_1^k(t)$ в (6.1.7) содержит все объекты в выборке $\hat{I}^k(t)$, для которых вектор (6.1.3) является ненулевым, то есть объекты, имеющие признаки нарушений.

Множество, дополняющее $I_1^k(t)$ до $I^{*k}(t)$, обозначим $I_2^k(t)$. Обозначим также:

$U\{I_1^k(t)\}$ – ожидаемый ущерб от необнаружения нарушений, обусловленных объектами контроля, включенными в множество $I_1^k(t)$;

$U\{I_2^k(t)\}$ – ожидаемый ущерб от необнаружения нарушений, обусловленных объектами контроля, включенными в множество $I_2^k(t)$.

С учетом этих обозначений непосредственный относительный эффект выбора, то есть первого этапа процедуры управления рисками, при таможенном контроле определяется соотношением

$$W^k(t) = \frac{U\{I_1^k(t)\}}{U\{I_1^k(t)\} + U\{I_2^k(t)\}}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (6.1.8)$$

В простейшем случае в качестве показателя ущерба принимается относительное количество выявленных объектов контроля, содержащих нарушения. Тогда величины $U\{I_1^k(t)\}$ и $U\{I_2^k(t)\}$ количественно равны мощностям соответствующих множеств $I_1^k(t)$ и $I_2^k(t)$.

Определяемый на основе соотношения (6.1.8) относительный эффект при идеальном выборе равен единице, а при абсолютно неидеальном – нулю. Естественно, что каждый таможенный орган стремится осуществлять выбор объектов, максимально приближенный к идеальному. При этом он исходит из имеющейся у него информации. Эта информация включает:

1) данные о параметрах множества $I^k(t)$ подконтрольных в текущий момент времени объектов;

2) данные о результатах предыдущих актов контроля аналогичных объектов:

$$\tilde{I}^k(\tau < t) = \tilde{I}_1^k(\tau < t) \cup \tilde{I}_2^k(\tau < t), \quad (6.1.9)$$

где $\tilde{I}^k(\tau < t)$ – множество объектов, проверенных в ходе предыдущих актов контроля (до момента времени t);

$\tilde{I}_1^k(\tau < t) \subseteq \tilde{I}^k(\tau < t)$ – подмножество объектов, в которых в ходе предыдущих актов контроля выявлены нарушения;

$\tilde{I}_2^k(\tau < t) \subseteq \tilde{I}^k(\tau < t)$ – подмножество объектов, в которых в ходе предыдущих актов контроля не выявлены нарушения;

3) оперативные данные об объектах контроля и возможных нарушениях, получаемые из дополнительных как открытых, так и закрытых источников информации.

Применение этой информации в интересах формирования подмножества объектов для проведения мероприятий контроля опирается на принцип «так было – так будет». Он предполагает наличие детерминированных или статистически устойчивых связей между значениями компонент вектора (6.1.2) и возможностью нарушений, выявление которых составляет цель процедуры контроля. Конкретные алгоритмы реализации указанного принципа можно разделить на следующие относительно самостоятельные группы:

1) алгоритмы, использующие профили риска;

2) алгоритмы, опирающиеся на выявление аномальных значений параметров объектов контроля;

3) алгоритмы, опирающиеся на построение стохастических моделей, устанавливающих статистически устойчивые связи между значениями компонент вектора (6.1.2) и нарушениями;

4) алгоритмы, опирающиеся на оперативные данные об объектах контроля и возможных нарушениях, получаемые из дополнительных источников;

5) комплексные алгоритмы выбора объектов для проведения контрольных мероприятий.

При этом *алгоритмы, использующие профили риска*, предполагают наличие детерминированных связей между компонентами вектора (6.1.2) и нарушениями.

Вместе с тем практика применения этих алгоритмов свидетельствует о низкой вероятности наличия таких связей. Например, по данным ФТС России доля товарных партий, подвергнутых таможенному досмотру, в результате которого были выявлены нарушения, составила: в 2012 году – 14,3 %, в 2013 – 15,8 %, во II квартале 2014 года – 19,3 %.

Более эффективными являются *алгоритмы, опирающиеся на выявление аномальных значений параметров объектов контроля*. В них предполагается наличие как детерминированных, так и стохастических связей между параметрами вектора (6.1.2) и нарушениями. Вместе с тем стохастические связи учитываются с помощью моментов (математического ожидания, дисперсии и т.п.) отклонений реальных параметров от условно принятых в качестве номинальных. Это ведет к существенной потере информации, содержащейся в подлежащих обработке исходных данных.

В максимальной степени имеющиеся детерминированные и стохастические связи между параметрами вектора (6.1.2) и нарушениями позволяют учесть *алгоритмы, опирающиеся на построение стохастических моделей*.

Самостоятельное значение имеют *алгоритмы, опирающиеся на оперативные данные* об объектах контроля и возможных нарушениях, получаемые из дополнительных источников. Они достаточно просты и более надежны, чем другие, позволяют выделять объекты контроля, содержащие нарушения, но сложность получения оперативной информации существенно сужает сферу их применения.

Наибольшую надежность обеспечивают *комплексные алгоритмы выбора объектов для проведения контрольных мероприятий*. Они строятся на основе той или иной комбинации алгоритмов указанных групп. При этом наиболее эффективным является комбинирование алгоритмов 3 и 4 групп.

Среди алгоритмов третьей группы наибольшей информативностью обладают те, которые опираются на следующий методологический подход.

1. На основе информации о результатах предыдущих актов контроля аналогичных объектов строятся одномерные эмпирические функции распределения вероятностей нарушений для каждой компоненты вектора (6.1.2) подконтрольных в текущий момент времени объектов.

2. Путем свертки одномерных распределений (например, с использованием аппарата производящих функций) строится многомерная функция распределения вероятностей нарушений для подконтрольных в текущий момент времени объектов [42, 43, 46].

3. Задается допустимый уровень вероятности нарушений, и объекты, попавшие в недопустимую область, включаются в подмножество $\hat{I}^k(t)$ объектов, в отношении которых целесообразно проведение мероприятий контроля.

При реализации этого подхода функции распределения вероятностей нарушений для каждой компоненты вектора (6.1.2) подконтрольных в текущий момент времени объектов могут строиться как по подмножеству $\tilde{I}_1^k(\tau < t)$ объектов, в которых в ходе предыдущих актов контроля выявлены нарушения, так и по под-

множеству $\tilde{I}_2^k(\tau < t)$ объектов, в которых в ходе предыдущих актов контроля нарушения не выявлены. При этом следует иметь в виду особенность процесса государственного контроля, заключающуюся в том, что невыявленные нарушения в последующем явно не проявляются и вносят ложную информацию в подмножества $\tilde{I}_1^k(\tau < t)$ и $\tilde{I}_2^k(\tau < t)$. Следовательно, построенные по подмножествам $\tilde{I}_1^k(\tau < t)$ и $\tilde{I}_2^k(\tau < t)$ одномерные функции распределения вероятностей нарушений для каждой из компонент вектора (6.1.2) не будут идентичны друг другу. Это обуславливает задачу поиска путей учета указанной ложной информации. Ее решение может быть получено на основе так называемого синтеза безальтернативных гипотез [47, 48, 59].

В целом рассмотренный подход обеспечивает достаточно корректное использование имеющейся априорной информации для построения подмножества $\hat{I}^k(t)$ объектов, в отношении которых целесообразно проведение мероприятий углубленного контроля.

Особенность деятельности таможенных органов состоит в ограниченности ресурсов для осуществления контрольных мероприятий в отношении объектов, включенных в множество $I_1^k(t)$. Их ограниченность может приводить к необходимости снижения мощности этого множества, то есть к исключению из него ряда объектов и уменьшению тем самым количества контрольных мероприятий. Такие действия ведут к снижению эффекта контроля. Причем вследствие различия затрат ресурсов на выявление различных отклонений реальных параметров объектов (значений компонент вектора (6.1.1)) от заявляемых (компонент вектора (6.1.2)) снижение эффекта зависит от того, какие объекты исключаются из множества $I_1^k(t)$. Это обстоятельство обуславливает необходимость минимизации снижения эффекта при ограничениях на ресурсы таможенного органа. В интересах формализованного представления процедуры минимизации снижения эффекта контроля ресурсы таможенного органа делят на невозстанавливаемые и восстанавливаемые, делимые (непрерывные) и неделимые (дискретные). Процедура минимизации снижения эффекта контроля, обусловленного ограниченностью ресурсов каждого из этих типов, имеет особенности и опирается на присущую ей модель математического программирования [49, 50, 51, 52, 53]. Общий характер этих моделей рассмотрим на примере выбора объектов контроля в случае, когда в таможенном органе имеются ограничения на непрерывные восстанавливаемые ресурсы. Введем обозначения:

$R^k(i, t) = \{R_1^k(i, t), R_2^k(i, t), \dots, R_{m-1}^k(i, t), R_M^k(i, t)\}$ – вектор объема восстанавливаемых ресурсов, необходимых для осуществления контрольных мероприятий в отношении i -го объекта k -го класса в момент времени t ;

$R_m^k(i, t)$ – объем ресурсов m -го вида, необходимый для осуществления контрольных мероприятий в отношении i -го объекта k -го класса в момент времени t ;

M – количество видов ресурсов, необходимых для осуществления мероприятий углубленного контроля в отношении i -го объекта k -го класса;

$I_3^k(t) \subseteq \hat{I}^k(t)$ – сбалансированное по имеющимся ресурсам таможенных органов подмножество объектов из $\hat{I}^k(t)$, в отношении которых принято решение о проведении мероприятий углубленного таможенного контроля;

$I_4^k(t) \subseteq \hat{I}^k(t)$ – подмножество объектов из $\hat{I}^k(t)$, в отношении которых мероприятия углубленного контроля не проводятся.

С учетом принятых обозначений процедура выбора из множества $\hat{I}^k(t)$ объектов для осуществления контрольной деятельности может быть формализована в виде следующей задачи математического программирования:

определить подмножество

$$I_3^{*k}(t) \subseteq \hat{I}^k(t) \quad (6.1.10)$$

объектов для осуществления контрольных мероприятий, обеспечивающее выполнение условия

$$\hat{W}^k(t) = \frac{U\{I_3^{*k}(t)\}}{U\{I_3^{*k}(t)\} + U\{I_4^k(t)\}} = \max_{I_3^k} \frac{U\{I_3^k(t)\}}{U\{I_3^k(t)\} + U\{I_4^k(t)\}}, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (6.1.11)$$

при ограничениях

$$\sum_{i \in I_3^k} R_m^k(i, t) \leq R_m^{*k}(i, t), \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad i \in I_3^k \quad (6.1.12)$$

где $\hat{W}^k(t)$ – оценка непосредственного относительного эффекта функционирования системы управления рисками;

$R_m^{*k}(i, t)$ – имеющийся в контрольном органе в момент времени t объем ресурсов m -го вида.

В результате обусловленного ресурсными ограничениями сокращения количества объектов для углубленного таможенного контроля непосредственный относительный эффект выбора будет определяться соотношением

$$W^k(t) = \frac{U\{I_5^k(t)\}}{U\{I_5^k(t)\} + U\{I_6^k(t)\}}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (6.1.13)$$

где

$$I_5^k(t) = I^{*k}(t) \cap I_3^{*k}(t) \subseteq \hat{I}^k(t), \quad I_3^{*k}(t) \neq \emptyset, \quad (6.1.14)$$

$I_6^k(t)$ – множество, дополняющее $I_5^k(t)$ до $I^{*k}(t)$, то есть удовлетворяющее условию

$$I_5^k(t) \cup I_6^k(t) = I^{*k}(t). \quad (6.1.15)$$

В соотношении (6.1.13) непосредственно могут быть измерены только величины $U\{I_5^k(t)\}$, $k = 1, 2, \dots, K$, а величины $U\{I_6^k(t)\}$, $k = 1, 2, \dots, K$ должны определяться расчетным путем на основе соответствующей модели, учитывающей конкретную информационную ситуацию, в которой функционирует система управления рисками.

В целом рассмотренные положения составляют общую концепцию управления рисками при таможенном контроле и методологию его формализованного представления. Они составляют основу формирования конкретных моделей и методик для эффективного использования ресурсов таможенных органов в ходе контрольной деятельности. Ключевую роль в этих моделях и методиках играют показатели и критерии эффективности функционирования СУР. Возможность корректного оценивания эффективности ее функционирования зависит, прежде всего, от измерительных шкал и принятых показателей. Общая характеристика указанных шкал рассмотрена в разделе 3. Поэтому далее остановимся на построении системы показателей эффективности управления рисками при таможенном контроле.

6.2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ТАМОЖЕННОМ КОНТРОЛЕ

Польза системы для мышления состоит не только в том, что о вещах начинают мыслить упорядоченно, но и в том, что о них вообще мыслят.

Г. Лихтенберг

Основные постулаты, определяющие суть понятия «эффективность» и цель его введения в теорию и практику управления вообще и управления таможенными рисками в частности, состоят в следующем [54, 55].

1. Эффективность может возникать только в реальных физических системах.
2. Эффективность – характеристика целенаправленного действия (процесса) в системе.
3. Элементарными физическими процессами, порождающими эффективность, являются: разделение, соединение, сохранение и перенос материи (вещества, поля, энергии, информации).
4. Основным фактором, порождающим эффективность целенаправленного процесса, является управление (организация действия).
5. Ресурсы, расходуемые системой для придания целенаправленности физическим процессам, являются теми дефицитными ресурсами, которые и обеспечивают получение эффекта (полезного результата функционирования). Именно они и только они должны учитываться при оценивании эффективности.
6. Эффективность каждого частного процесса может быть правильно оценена только на основе анализа его вклада в достижение цели общего процесса (процесса функционирования надсистемы).

7. Эффективность отражает степень использования возможностей дефицитных ресурсов системы для достижения определенной надсистемой цели.

8. Эффективность измерима. Мера для ее измерения определяется установленными показателями.

9. Показатели эффективности должны:

- отражать цель, во имя которой осуществляется действие в системе;
- с необходимой точностью отражать результаты действия;
- зависеть от затрат ресурсов для осуществления оцениваемого действия.

10. Измерение эффективности – не цель, а средство определения (выбора из множества возможных) варианта организации действия (функционирования) системы.

С учетом этих постулатов *эффективность управления рисками* при таможенном контроле следует рассматривать как степень реализации возможностей таможенных органов по минимизации ущерба государству, обусловленного нарушениями участниками внешнеэкономической деятельности таможенного законодательства при перемещении через таможенную границу товаров и транспортных средств международной перевозки [56].

Возможности таможенных органов при этом определяются имеющимися в их распоряжении восстанавливаемыми и невозстанавливаемыми ресурсами. К восстанавливаемым ресурсам таможенных органов относятся:

- состав уполномоченных должностных лиц и их возможности по реализации мер минимизации риска;
- объекты инфраструктуры, обеспечивающие реализацию мер минимизации риска;
- ресурсы технических средств таможенного контроля, применяемых в интересах углубленного контроля товаров и транспортных средств международной перевозки;
- информационные ресурсы, обеспечивающие поддержку формирования решений по управлению рисками при таможенном контроле.

К невозстанавливаемым ресурсам относятся финансовые, материальные и временные ресурсы, используемые в интересах управления рисками. При этом временные ресурсы ограничиваются соответствующими временными и количественными ограничениями на проведение таможенного контроля, установленными таможенным законодательством и нормативными правовыми актами.

Особенность управления рисками при таможенном контроле состоит в том, что оно противодействует сознательному нарушению участниками внешнеэкономической деятельности таможенного законодательства. Поэтому наряду с непосредственным снижением ущерба государству вследствие выявления нарушений таможенного законодательства при оценке эффективности управления рисками необходимо учитывать и *латентный эффект*. Он состоит в снижении склонности участников внешнеэкономической деятельности к нарушениям таможенного законодательства и соответствующем снижении ущерба государству.

Следовательно, снижение ущерба государству за счет реализации возможностей таможенных органов включает две составляющие:

1) *непосредственное снижение ущерба* государству в процессе таможенного контроля;

2) *латентное снижение ущерба* вследствие снижения склонности участников внешнеэкономической деятельности к нарушению таможенного законодательства при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки через таможенную границу.

Исходя из этого система показателей эффективности управления рисками должна включать *две группы показателей*, соответствующих непосредственному и латентному снижению ущерба государству в результате функционирования СУР.

Количественная мера степени снижения ущерба государству в результате функционирования системы управления рисками формально представляется в виде пунктов некоторой шкалы эффективности. В качестве такой шкалы наиболее часто используют подмножества множества действительных чисел (абсолютную шкалу), а для стохастических процессов – ее разновидность, вероятностную шкалу. Это объясняется удобством числовых шкал, а также их универсальностью, поскольку любая шкала может быть взаимно однозначно преобразована в числовую.

Отображение, которое ставит в соответствие каждому результату функционирования системы пункт выбранной шкалы эффективности, принято называть показателем эффективности. Конструктивное представление показателя, прежде всего, связано с четким определением целей управления рисками. В самом общем виде *цель* управления рисками состоит в максимально возможном при имеющихся ресурсах таможенных органов снижении ущерба государству вследствие нарушения участниками внешнеэкономической деятельности таможенного законодательства.

В части непосредственного снижения ущерба государству в процессе таможенного контроля эта цель достигается рациональным выбором объектов для углубленного таможенного контроля, установлением и проведением необходимой совокупности мероприятий углубленного контроля.

В части латентного эффекта функционирования системы управления рисками указанная цель достигается уменьшением ущерба вследствие снижения склонности участников внешнеэкономической деятельности к нарушению таможенного законодательства при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки через таможенную границу.

При этом результаты контроля каждого объекта и снижение склонности участника внешнеэкономической деятельности к нарушениям таможенного законодательства, как правило, носят недетерминированный характер и могут достаточно адекватно измеряться в вероятностной шкале. Следовательно, формирование решений по управлению рисками должно опираться на теоретико-вероятностное представление процесса таможенного контроля.

Непосредственное снижение ущерба государству за счет управления рисками в процессе таможенного контроля обеспечивается выполнением мероприятий углубленного таможенного контроля в отношении каждого из выбранных объектов, носит случайный характер, и результат его прогнозирования может быть формально представлен функцией от результатов проведения этих мероприятий:

$$U\{I_3^k(t)\} = U\{u_i(R^i)\}, \quad i \in I_3^k, \quad R^i \subseteq R, \quad (6.2.1)$$

где $U(\cdot)$ – ущерб, предотвращенный в результате функционирования СУР (ожидаемый ущерб от необнаружения нарушений, обусловленных объектами контроля, включенными в множество $I_3^k(t)$);

$u_i(R^i)$ – ущерб, предотвращенный в результате проведения мероприятий углубленного контроля в отношении i -го объекта;

R^i – ресурсы, расходуемые на проведение мероприятий таможенного контроля i -го объекта;

I_3^k – сбалансированное по имеющимся в таможенном органе ресурсам множество объектов, в отношении которых предполагается осуществление мероприятий углубленного таможенного контроля;

R – множество ресурсов, которые могут быть использованы в процессе таможенного контроля.

Исходя из этого цель управления рисками формально заключается в максимизации отображения (6.2.1) при ограничениях на ресурсы таможенных органов. Степень использования возможностей этих ресурсов для достижения цели (то есть эффективность управления рисками) определяется соотношением [3, 4]

$$E = \frac{U\{u_i(R^i)\}}{\max_{i, R^i} U\{u_i(R^i)\}}, \quad i \in I_3^k, \quad R^i \subseteq R. \quad (6.2.2)$$

Знаменатель этого выражения при фиксированных ресурсах таможенных органов является постоянной величиной. Следовательно, *в интересах сравнения различных вариантов реализации процесса управления рисками достаточно вычислять соответствующие им значения числителя рассматриваемого выражения*, то есть значения функции (6.2.1).

Таким образом, в целом построение показателей эффективности управления рисками *в части непосредственного снижения ущерба* заключается в конструктивном представлении функции (6.2.1). Это представление связано с решением двух проблем:

1) определение величин $u_i(R^i)$, $i \in I_3^k$ ущербов, предотвращенных в результате проведения мероприятий углубленного контроля в отношении каждого i -го объекта из сбалансированного по имеющимся ресурсам множества I_3^k объектов;

2) определение в целом результатов управления рисками, то есть конструктивное представление функции (6.2.1).

Определение величин $u_i(R^i)$, $i \in I_3^k$ связано с установлением *меры ущерба государству* в результате нарушения участниками внешнеэкономической деятельности таможенного законодательства. Эта мера представляет собой фактическую величину ущерба экономике государств, здоровью граждан и окружающей среде, обусловленного нарушением участниками внешнеэкономической деятельности таможенного законодательства и (или) законодательства государств – членов Союза, контроль за исполнением которого возложен на таможенные органы. Она определяется путем непосредственного измерения величин предотвращенных ущербов экономике государств, здоровью граждан и окружающей среде и последующей их свертки в единый интегральный показатель ущерба.

Частными показателями эффекта функционирования системы управления рисками (то есть составляющими этой меры) могут быть:

1) количество и доля объектов таможенного контроля, подвергнутых мерам по минимизации рисков;

2) результативность мер по минимизации рисков, показателями которой являются:

– ущерб, предотвращенный вследствие выявленных правонарушений (преступлений);

– сумма дополнительно взысканных таможенных платежей;

– ущерб, предотвращенный вследствие пресечения попыток незаконного ввоза (вывоза) товаров;

– ущерб, предотвращенный вследствие выявления контрафактных товаров;

– ущерб, предотвращенный вследствие выявленных случаев представления недействительных документов, подтверждающих соблюдение запретов и ограничений;

– ущерб, предотвращенный вследствие выявленных фактов иных нарушений таможенного законодательства Союза и законодательства Российской Федерации, контроль за исполнением которого возложен на таможенные органы;

– суммарный предотвращенный ущерб экономике государства, здоровью граждан и окружающей среде вследствие выявления нарушений таможенного законодательства и (или) законодательства государств – членов Союза, контроль за исполнением которого возложен на таможенные органы.

Каждый из этих показателей также может быть разделен на доступные для измерения составляющие. Так, например, при оценке ущерба, предотвращенного вследствие выявленных правонарушений (преступлений), прежде всего, измеряется количество выявленных в результате функционирования системы управления рисками нарушений и преступлений.

Если в качестве меры ущерба принято количество или взвешенное по важности количество нарушений таможенного законодательства, то показатель (6.2.1) отражает оценку *соблюдения законодательства*, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы.

Конструктивно величина $U\{u_i(R^i)\}$ при этом определяется соотношением

$$U\{u_i(R^i)\} = \sum_{i \in I_3^k(t)} u_i(R^i), \quad R^i \subseteq R. \quad (6.2.3)$$

Если в качестве меры ущерба принят объем недовзысканных таможенных платежей, то показатель (6.2.1) отражает *объем таможенных платежей, дополнительно взысканных по результатам применения мер по минимизации рисков*. При этом его значение в каждый момент времени t (или за установленный промежуток времени $[0, t]$) также определяется соотношением вида (6.2.3).

К соотношению вида (6.2.3) сводится конструктивное определение ущерба и при использовании других частных показателей результативности мер по минимизации рисков.

Латентный эффект функционирования системы управления рисками порождается имеющимися у участников внешнеэкономической деятельности сведениями об эффективности функционирования системы управления рисками и проявляется в снижении склонности к нарушению при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки через таможенную границу законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы. Латентный эффект может быть определен только расчетным путем на основе модели, отражающей конкретную информационную ситуацию, в которой функционирует система управления рисками. Входную информацию этой модели составляют данные о непосредственном снижении ущерба государству в результате функционирования системы управления рисками за предшествующий период времени и параметры текущей информационной ситуации. То есть латентный эффект представляется соотношением

$$L = L[U\{u_i(R^i)\}, t, Q(t)], \quad (6.2.4)$$

где $Q(t)$ – вектор параметров текущей информационной ситуации.

Конструктивное представление соотношения (6.2.4) – одна из задач методических основ оценивания эффективности управления рисками при таможенном контроле.

В целом полученные соотношения (6.2.1) – (6.2.4) представляют методологию формирования системы показателей эффективности управления рисками при таможенном контроле.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ СОБЛЮДЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ КОТОРОГО ВОЗЛОЖЕН НА ТАМОЖЕННЫЕ ОРГАНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

7.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗМОЖНЫХ НАРУШЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ КОТОРОГО ВОЗЛОЖЕН НА ТАМОЖЕННЫЕ ОРГАНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ¹

Методика оценки степени соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы, предназначена для количественной оценки результативности функционирования системы управления рисками в сфере обеспечения соблюдения указанного законодательства.

В методике используются следующие ключевые термины: товар, товарная партия, таможенные правонарушения, степень соблюдения законодательства.

Товар – любое имущество, ввозимое в Российскую Федерацию или вывозимое из Российской Федерации²; любое движимое имущество, перемещаемое через таможенную границу, в том числе носители информации, валюта государств – членов Таможенного союза, ценные бумаги и (или) валютные ценности, дорожные чеки, электрическая и иные виды энергии, а также иные перемещаемые вещи, приравненные к недвижимому имуществу³.

Товарная партия – это:

1) при ввозе товаров на единую таможенную территорию Таможенного союза – товары, перевозимые от одного и того же отправителя в адрес одного и того же по-

¹ Материал параграфа подготовлен Кожухановым Н.М. и Глазуновой И.В.

² Федеральный закон от 27.11.2010 № 311-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации» // Российская газета. 2010. 29 ноября.

³ Таможенный кодекс Таможенного союза. Приложение к Договору о Таможенном кодексе Таможенного союза, принятому Решением Межгосударственного Совета ЕврАзЭС на уровне глав государств от 27.11.2009 № 17. Вступил в силу для России 06.07.2010 // СЗ РФ. 2010. № 50. Ст. 6615.

лучателя по таможенной территории в рамках исполнения обязательств по одному документу, подтверждающему совершение внешнеэкономической сделки (или по одному документу об условиях переработки товаров при таможенном декларировании продуктов переработки), или по односторонней внешнеэкономической сделке, или без совершения какой-либо сделки, а также если товары в пределах сроков, предусмотренных статьёй 185 Таможенного кодекса Таможенного союза (ТК ТС), предъявлены одному и тому же таможенному органу в месте прибытия на таможенную территорию или в месте доставки, если применялась таможенная процедура таможенного транзита и товары находятся в одном месте временного хранения (если они помещались на временное хранение) либо выпущены в сроки, установленные для подачи декларации на товары (ДТ) в соответствии со статьёй 197 ТК ТС;

2) при вывозе товаров с таможенной территории – товары, одновременно отгружаемые или отгружаемые в течение определенного периода времени в случаях, определенных законодательством государств – членов Таможенного союза, в регионе деятельности одного и того же таможенного органа одним и тем же отправителем в адрес одного и того же получателя, находящегося за пределами таможенной территории, в рамках исполнения обязательств по одному документу, подтверждающему совершение внешнеэкономической сделки (или по одному документу об условиях переработки товаров при таможенном декларировании продуктов переработки), либо по односторонней внешнеэкономической сделке, либо без совершения какой-либо сделки;

3) при изменении или завершении действия ранее заявленной таможенной процедуры без перемещения товаров через таможенную границу Таможенного союза (далее – таможенная граница) – товары, помещенные под одну и ту же предшествующую таможенную процедуру по одному договору, если при совершении внешнеэкономической сделки заключался соответствующий договор (или по одному документу об условиях переработки товаров), продукты их переработки, товары, изготовленные (полученные) из таких товаров, отходы, образовавшиеся из таких товаров, находящиеся под таможенным контролем одного и того же таможенного органа или выпущенные в сроки, установленные для подачи ДТ в соответствии со статьёй 197 ТК ТС, декларантом которых будет являться то же лицо, которое поместило товары под предшествующую таможенную процедуру, либо лицо, приобретшее имущественные права на декларируемые товары после их помещения под предшествующую таможенную процедуру.

Таможенные правонарушения. Правонарушение – это общественно опасное виновное деяние (действие или бездействие), противоречащее нормам права и наносящее вред обществу, государству или отдельным лицам, влекущее за собой юридическую ответственность.

В качестве основных признаков правонарушения в юридической науке принято выделять следующие.

1. Правонарушение – это всегда акт, конкретный вариант поведения человека. Оно характеризуется действием (например, хулиганство) или бездействием

(например, умышленное неисполнение должностным лицом приговора, определения или постановления суда). Не могут считаться правонарушением мысли, чувства, политические и религиозные воззрения, не выраженные в действиях.

2. Правонарушение – это не просто поведение, а волевое поведение человека. Волевой характер поведения означает действия, зависящие от воли и сознания участников, осуществляемые ими добровольно. Нельзя назвать правонарушением поведение, не контролируемое сознанием, или поведение, совершаемое в ситуации, лишаящей человека выбора иного варианта поведения, кроме противоправного.

3. Правонарушение – виновное деяние, то есть деяние, совершая которое, индивид сознает, что действует противоправно, виновно (с умыслом или по неосторожности), нанося своим поступком ущерб общественным интересам.

4. Правонарушение – действие противоправное, нарушающее требование норм права. Это или нарушение запретов, или невыполнение обязанностей, или использование права вопреки его назначению (злоупотребление правом). Воздержание от активной реализации права правонарушения собой не представляет. Границу противоправности устанавливает государство. Любое правонарушение противоправно, однако не всякое противоправное поведение является правонарушением.

5. Правонарушение – это общественно опасное деяние, так как ставит под угрозу нормальное развитие и функционирование происходящих в рамках конкретного общества отношений. Общественная опасность – основной объективный признак, отграничивающий правомерное поведение от противоправного.

6. Правонарушение всегда порождает вредоносные последствия. Всякое правонарушение наносит вред интересам (имущественным, социальным, моральным, политическим и т.п.) личности, общества, государства.

Таможенные правонарушения (в широком смысле слова) – это общественно опасное виновное деяние (действие или бездействие) в сфере таможенного дела, противоречащее нормам права и наносящее вред обществу, государству или отдельным лицам, влекущее за собой юридическую ответственность.

Классифицируя таможенные правонарушения по отраслевому признаку, можно выделить уголовные правонарушения (преступления), административные правонарушения (проступки), гражданско-правовые и дисциплинарные. Однако в рамках настоящего исследования речь идет о правонарушениях, совершаемых участниками внешнеэкономической деятельности. В данном случае следует выделить: 1) уголовные правонарушения (преступления), производство по которым отнесено к ведению таможенных органов в соответствии с законодательством государств – членов Таможенного союза; 2) административные правонарушения (проступки), по которым в соответствии с законодательством государств – членов Таможенного союза таможенные органы ведут административный процесс (осуществляют производство).

Согласно статье 2.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ) административным правонарушением признается

противоправное, виновное действие (бездействие) физического или юридического лица, за которое Кодексом или законами субъектов Российской Федерации об административных правонарушениях установлена административная ответственность.

Юридическое лицо признается виновным в совершении административного правонарушения, если будет установлено, что у него имелась возможность для соблюдения правил и норм, за нарушение которых КоАП РФ или законами субъекта Российской Федерации предусмотрена административная ответственность, но данным лицом не были приняты все зависящие от него меры по их соблюдению.

Назначение административного наказания юридическому лицу не освобождает от административной ответственности за данное правонарушение виновное физическое лицо, равно как и привлечение к административной или уголовной ответственности физического лица не освобождает от административной ответственности за данное правонарушение юридическое лицо¹.

Статьи, касающиеся правонарушений в области таможенного дела, сосредоточены в главе 16. КоАП РФ «Административные правонарушения в области таможенного дела (нарушение таможенных правил)»:

- статья 16.1 «Незаконное перемещение через таможенную границу Таможенного союза товаров и (или) транспортных средств международной перевозки»;
- статья 16.2 «Недекларирование либо недостоверное декларирование товаров»;
- статья 16.3 «Несоблюдение запретов и (или) ограничений на ввоз товаров на таможенную территорию Таможенного союза или в Российскую Федерацию и (или) вывоз товаров с таможенной территории Таможенного союза или из Российской Федерации»;
- статья 16.4 «Недекларирование либо недостоверное декларирование физическими лицами наличных денежных средств и (или) денежных инструментов»;
- статья 16.5 «Нарушение режима зоны таможенного контроля»;
- статья 16.6 «Непринятие мер в случае аварии или действия непреодолимой силы»;
- статья 16.7 «Представление недействительных документов при совершении таможенных операций»;
- статья 16.8 «Причаливание к находящимся под таможенным контролем водному судну или другим плавучим средствам»;
- статья 16.9 «Недоставка, выдача (передача) без разрешения таможенного органа либо утрата товаров или недоставка документов на них»;
- статья 16.10 «Несоблюдение порядка таможенного транзита»;
- статья 16.11 «Уничтожение, удаление, изменение либо замена средств идентификации»;

¹ Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (в ред. от 21 июля 2014) // СЗ РФ. 2002. № 1 (ч. 1). Ст. 1.

- статья 16.12 «Несоблюдение сроков подачи таможенной декларации или представления документов и сведений»;
- статья 16.13 «Совершение грузовых или иных операций с товарами, находящимися под таможенным контролем, без разрешения или уведомления таможенного органа»;
- статья 16.14 «Нарушение порядка помещения товаров на хранение, порядка их хранения либо порядка совершения с ними операций»;
- статья 16.15 «Непредставление в таможенный орган отчетности»;
- статья 16.16 «Нарушение сроков временного хранения товаров»;
- статья 16.17 «Представление недействительных документов для выпуска товаров до подачи таможенной декларации»;
- статья 16.18 «Невывоз либо неосуществление обратного ввоза товаров и (или) транспортных средств физическими лицами»;
- статья 16.19 «Несоблюдение таможенной процедуры»;
- статья 16.20 «Незаконное пользование или распоряжение условно выпущенными товарами либо незаконное пользование арестованными товарами»;
- статья 16.21 «Незаконное пользование товарами, их приобретение, хранение либо транспортировка»;
- статья 16.22 «Нарушение сроков уплаты таможенных платежей»;
- статья 16.23 «Незаконное осуществление деятельности в области таможенного дела»;
- статья 16.24 «Незаконные операции с временно ввезенными транспортными средствами и др.».

Согласно статье 14 Уголовного кодекса Российской Федерации (УК РФ) преступлением признается виновно совершенное общественно опасное деяние, запрещенное настоящим Кодексом под угрозой наказания.

Не является преступлением действие (бездействие), хотя формально и содержащее признаки какого-либо деяния, предусмотренного Кодексом, но в силу малозначительности не представляющее общественной опасности¹.

Уголовный кодекс Российской Федерации структурно не отводит отдельную главу преступлениям в области таможенного дела, данные составы распределены по иному родовому и видовому признаку.

Пунктом 3 части 2 статьи 157 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации (УПК РФ) к компетенции таможенных органов отнесено производство неотложных следственных действий по уголовным делам о преступлениях, предусмотренных:

- главой 22 «Преступления в сфере экономической деятельности» – статьи 173.1, 173.2, 174, 174.1, 189, 190, 193, 193.1, 194 (части 3 и 4), 200.1 (часть 2);

¹ Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (в ред. от 21.07.2014) // СЗ РФ. 1996. № 25. Ст. 2954.

– главой 24 «Преступления против общественной безопасности» – статья 226.1;

– главой 25 «Преступления против здоровья населения и общественной нравственности» – статья 229.1 УК РФ.

Вместе с тем пунктом 9 части 3 статьи 151 УПК РФ дознаватели таможенных органов наделены правом производства дознания по уголовным делам о преступлениях, предусмотренных частями 1, 2 статьи 194 (уклонение от уплаты таможенных платежей, взимаемых с организации или физического лица) и частью 1 статьи 200.1 УК РФ (контрабанда наличных денежных средств и (или) денежных инструментов).

Законодательство является внешней формой правовой системы государства на определенном этапе развития. Законодательство в широком понимании представляет собой систему нормативных правовых актов, действующих в государстве, включая не только законодательные, но и подзаконные нормативные акты.

Соблюдение законодательства – это одна из форм реализации права. Реализация норм права – это осуществление правовых требований в конкретных отношениях путем использования их участниками прав и исполнения обязанностей, установленных нормами права [57].

По своей сути реализация норм права необходима для достижения позитивных результатов нормативного правового регулирования. Под реализацией права понимают претворение, воплощение предписаний юридических норм в жизнь путем обеспечения правомерного поведения субъектов общественных отношений, а также осуществления мер юридической ответственности в отношении правонарушителей [58].

По характеру действия субъектов, степени их активности и направленности выделяют формы непосредственной реализации права: соблюдение, исполнение, использование, применение права.

Соблюдение норм права имеет место тогда, когда субъекты воздерживаются от совершения действий, запрещаемых правом. Это пассивная форма поведения субъектов в сфере правового регулирования. В большинстве случаев соблюдение права происходит незаметно. Именно поэтому его юридический характер ярко не проявляется. Например, нормами уголовного права устанавливается запрет воровства. Не воруя, субъект соблюдает соответствующую норму права, то есть реализует ее властное предписание.

Исполнение норм права происходит, когда субъекты претворяют в жизнь возложенные на них юридические обязанности. В этих случаях они действуют активно. В данной форме реализуются обязывающие нормы права.

Использование норм права состоит в совершении дозволенных законом действий и имеет место тогда, когда субъекты по своему усмотрению, желанию используют (либо не используют) предоставленные им правом возможности. Неиспользование субъектом предоставленной возможности само по себе не рассматривается как правонарушение и не влечет отрицательных последствий.

Соблюдение, исполнение, использование являются непосредственной реализацией норм права, а применение представляет особую – сложносоставную форму.

Применение норм права – это сложная форма их реализации, которая характеризуется механизмом правореализации. Такой механизм предполагает необходимость принятия компетентным государственным органом специального решения, обращенного к конкретному субъекту права и дающего ему возможность осуществления прав и выполнения обязанностей.

Таможенные органы, осуществляя контроль соблюдения законодательства, применяют право по отношению к участникам внешнеэкономической деятельности, которые должны его соблюдать.

7.2. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ СОБЛЮДЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ КОТОРОГО ВОЗЛОЖЕН НА ТАМОЖЕННЫЕ ОРГАНЫ

Когда узнаешь свои ошибки,
имеешь шанс их исправить.

Р. Бернс

Соблюдение законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы, имеет место тогда, когда участники внешнеэкономической деятельности при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки воздерживаются от совершения действий, запрещаемых указанным законодательством. Соблюдение или несоблюдение этого законодательства может осуществляться за определенный отрезок времени, например месяц, квартал, год. В качестве меры S степени нарушения рассматриваемого законодательства может быть принято отношение количества товарных партий, перемещенных с теми или иными его нарушениями, к общему количеству перемещенных за установленный отрезок $[0, t]$ времени товарных партий. Тогда степень соблюдения законодательства определяется соотношением

$$S(t) = 1 - \frac{G(t)}{G_{\Sigma}(t)}, \quad (7.2.1)$$

где $G(t)$ – количество товарных партий, перемещенных через таможенную границу за период времени $[0, t]$ с нарушением законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы;

$G_{\Sigma}(t)$ – общее количество товарных партий, перемещенных через таможенную границу за период времени $[0, t]$.

Величина $G(t)$ в (7.2.1) определяется соотношением

$$G(t) = \sum_{n=1}^N G_n(t), \quad (7.2.2)$$

где $G_n(t)$ – количество товарных партий, перемещенных через таможенную границу за период времени $[0, t]$ с нарушением n -го законодательства (нарушениями в сфере таможенного, валютного, транспортного и иного законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы, также запретов и ограничений).

N – количество сфер законодательства, контроль исполнения которых возложен на таможенные органы.

В соотношении (7.2.1) величина $G_{\Sigma}(t)$ непосредственно измерима и равна количеству деклараций на товары, зарегистрированных за период $[0, t]$. Величина же $G(t)$ не может быть измерена и определяется на основе соответствующей модели. Вид этой модели зависит от имеющейся в таможенных органах информации о вскрытых правонарушениях при перемещении через таможенную границу товаров и транспортных средств международной перевозки. В условиях выборочного контроля эта информация исчерпывается:

- данными о количестве и характеристиках перемещенных за период $[0, t]$ товарных партий;
- данными о количестве и характеристиках товарных партий, подвергнутых в период $[0, t]$ углубленному таможенному контролю;
- данными о количестве и характеристиках товарных партий, при перемещении которых за период $[0, t]$ выявлены нарушения законодательства, и видах этих нарушений.

С учетом этого рассматриваемая модель представляет собой отображение

$$G_n(t) = F \left\{ \hat{G}_n(t), I_3^k, G_{\Sigma}(t) \right\}, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (7.2.3)$$

где $\hat{G}_n(t)$, $n = 1, 2, \dots, N$ – величины, характеризующие количество и виды нарушений в отношении подвергнутого углубленному таможенному контролю множества I_3^k (см. соотношение (6.1.10)) товарных партий.

Для конструктивного построения отображения (7.2.3) будем полагать, что информация о количестве нарушений законодательства в множестве I_1 не принятых к углубленному таможенному контролю товарных партий исчерпывается естественным предположением, что их относительное количество меньше, чем в множестве $I_3^k(t)$. Тогда относительное количество $V_n^1(t)$ нарушений n -го законодательства в множестве $I_1(t)$ связано с их относительным количеством $V_n^2(t)$ в множестве соотношением:

$$V_n^1(t) = f V_n^2(t), \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (7.2.4)$$

где f – коэффициент Фишборна для строгого отношения порядка, определяемого вариационным рядом

$$V_n^2(t) > V_n^1(t). \quad (7.2.5)$$

Коэффициент f определяется соотношением

$$f_k = \frac{K - k + 2}{K 2^k}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (7.2.6)$$

где K – количество членов вариационного ряда;

k – порядковый номер члена в ряде.

Целесообразность применения коэффициента Фишборна вытекает из принципа максимума энтропии. Суть принципа состоит в том, что при установлении количества товарных партий, перемещаемых с нарушением законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы, имеющаяся информация не позволяет не только определить точное количество таких партий во всех возможных условиях их перемещения, но и точно определить их распределение вероятностей. Поэтому из всех возможных распределений необходимо выбрать наиболее устойчивое. Таким является распределение, обеспечивающее максимум неопределенности (энтропии), а следовательно, минимум домыслов в складывающейся информационной ситуации.

Практические возможности по анализу возможных значений рассматриваемых коэффициентов f_n , $n = 1, 2, \dots, N$ ограничиваются установлением некоторых линейных отношений порядка вида (7.2.5). В связи с этим задача определения величин f_n , $n = 1, 2, \dots, N$ сводится к выбору метода преобразования предпочтений, заданных в виде системы отношений порядка, в точечные оценки, обеспечивающие максимум неопределенности величине \mathcal{E} (энтропии) второго рода:

$$\mathcal{E}(f) = \prod_{k=1}^K f_k^{K-k+1},$$

где f_n – вероятность наступления k -го ($k = 1, 2, \dots, K$) события из полной группы K событий.

Эти оценки для строгого предпочтения (7.2.5) определяются соотношением (4.2.6), впервые выведенным Фишборном.

Поскольку ряд имеет только 2 члена, то $f = 1/8$. Следовательно, отображение (7.2.3) принимает вид

$$G_n(t) = \frac{\hat{G}_n(t)}{8G[I_3^k(t)]} G[I_1(t)] + \hat{G}_n(t), \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (7.2.7)$$

где $G[I_3^k(t)]$ – количество объектов (товарных партий) в множестве $I_3^k(t)$;

$G[I_1(t)]$ – количество объектов (товарных партий) в множестве $I_1(t)$, то есть

$$G[I_1(t)] = G_{\Sigma}(t) - G[I_3^k(t)].$$

Пример: допустим, что в период $[0, t]$ через таможенную границу перемещались 1000 товарных партий, то есть $G_{\Sigma}(t) = 1000$. В результате функционирования СУР углубленному таможенному контролю из них подвергнуто 50 товарных партий, то есть $G[I_3^k(t)] = 50$. Под товарными партиями, подвергнувшимися углубленному таможенному контролю, понимаются партии товаров, в отноше-

нии которых применялись меры по минимизации рисков (вне зависимости от их кода). Тогда $G[I_1(t)] = 1000 - 50$.

В ходе углубленного таможенного контроля выявлено пять случаев нарушения таможенного законодательства, то есть $\hat{G}_n(t) = 5$. Тогда ожидаемое количество нарушений таможенного законодательства в соответствии с соотношением (7.2.7) равно

$$G_n(t) = \frac{\hat{G}_n(t)}{8G[I_3^k(t)]} G[I_1(t)] + \hat{G}_n(t) = \frac{5}{8 \times 50} (1000 - 50) + 5 \approx 30.$$

Тогда в соответствии с соотношением (7.2.1) степень соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы, равна

$$S(t) = 1 - \frac{G_n(t)}{G_\Sigma(t)} = 1 - \frac{30}{1000} = 1 - 0.03 = 0.97.$$

Таким образом, рассмотренный подход представляет собой достаточно простой инструмент для оценки степени соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы.

7.3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И ТЕКУЩЕЙ СТЕПЕНИ СОБЛЮДЕНИЯ УЧАСТНИКАМИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Врут все, но это не имеет значения,
потому что никто не слушает.

Закон Либермана

Для того чтобы произвести оценку степени соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы, необходимо определить:

- обеспеченную непосредственным функционированием СУР степень соблюдения законодательства участниками внешнеэкономической деятельности;
- обеспеченную непосредственным функционированием СУР степень соблюдения законодательства таможенными органами;
- обеспеченную непосредственным функционированием СУР степень соблюдения уголовного и административного законодательства.

Общая результативность непосредственного функционирования СУР в части выявления нарушений участниками внешнеэкономической деятельности законодательства определяется соотношением

$$Z_1 = \frac{X}{Y}, \quad (7.3.1)$$

где Z_1 – общая результативность непосредственного функционирования СУР;

X – количество товарных партий, при углубленном таможенном контроле которых установлены признаки правонарушений, что подтверждено официально решением компетентного органа;

Y – общее количество товарных партий, выбранных СУР для углубленного таможенного контроля.

Степень соблюдения таможенного законодательства таможенными органами вычисляется по следующей формуле:

$$Z_2 = \frac{A}{B}, \quad A \geq 1, \quad B \geq 1, \quad (7.3.2)$$

где Z_2 – степень соблюдения законодательства таможенными органами;

A – количество выигранных в суде дел по обжалованию участниками внешнеэкономической деятельности решений таможенных органов, принятых по результатам СУР;

B – количество решений таможенных органов, принятых по результатам СУР.

Результативность непосредственного функционирования СУР в части выявления нарушений участниками внешнеэкономической деятельности уголовного законодательства определяется соотношением

$$Z_{1y} = \frac{X_y}{Y}, \quad (7.3.3)$$

где Z_{1y} – степень соблюдения уголовного законодательства участниками внешнеэкономической деятельности;

X_y – количество товарных партий, при углубленном таможенном контроле которых установлены признаки уголовных правонарушений, что подтверждено официально решением компетентного органа;

Y – общее количество товарных партий, выбранных СУР для углубленного таможенного контроля.

Результативность непосредственного функционирования СУР в части выявления нарушений участниками внешнеэкономической деятельности административного законодательства определяется соотношением

$$Z_{1a} = \frac{X_a}{Y}, \quad (7.3.4)$$

где Z_{1a} – степень соблюдения административного законодательства участниками внешнеэкономической деятельности;

X_a – количество товарных партий, при углубленном таможенном контроле которых установлены признаки административных правонарушений, что подтверждено официально решением компетентного органа;

Y – общее количество товарных партий, выбранных СУР для углубленного таможенного контроля.

Степень соблюдения административного законодательства таможенными органами вычисляется по следующей формуле:

$$Z_{2a} = \frac{A_a}{B_a}, A_a \geq 1, B_a \geq 1, \quad (7.3.5)$$

где Z_{2a} – степень соблюдения административного законодательства таможенными органами;

A_a – количество выигранных в суде участниками внешнеэкономической деятельности дел по обжалованию постановлений таможенных органов по делам об административных правонарушениях, возбужденным по результатам СУР;

B_a – количество возбужденных таможенными органами дел об административных правонарушениях, возбужденным по результатам СУР.

В целом приведенные соотношения (7.3.1) – (7.3.5) позволяют количественно оценить результативность непосредственного функционирования системы управления рисками в части выявления нарушений законодательства, ответственность за которые наступает в соответствии с КоАП РФ и УК РФ.

Очевидно, что повышение результативности управления рисками увеличивает степень соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы. Вместе с тем само по себе измерение результативности не позволяет оценить ни текущую степень соблюдения указанного законодательства, ни взаимосвязь этой степени с результативностью управления рисками. Следовательно, для этих оценок необходим другой механизм измерений. Таким механизмом для оценки текущей степени соблюдения законодательства является либо предложенный в пп. 7.2 подход, либо случайная выборка объектов для углубленного таможенного контроля, подчиняющаяся равномерному закону распределения. Полученные в соответствии с этой выборкой частоты уголовных и административных правонарушений позволяют оценить текущую степень соблюдения участниками внешнеэкономической деятельности законодательства.

Введем обозначения:

$\beta(t)$ – установленная на основе случайной выборки частота нарушений участниками ВЭД за период времени $[0, t]$ таможенного законодательства, контроль соблюдения которого возложен на таможенные органы;

$\beta_y(t)$ – установленная на основе случайной выборки частота нарушений участниками ВЭД за период времени $[0, t]$ уголовного законодательства;

$\beta_a(t)$ – установленная на основе случайной выборки частота нарушений участниками ВЭД за период времени $[0, t]$ административного законодательства.

Тогда степень $S(t)$ соблюдения участниками ВЭД за период времени $[0, t]$ таможенного законодательства, контроль соблюдения которого возложен на таможенные органы, может быть оценена соотношением

$$S(t) = 1 - \beta(t). \quad (7.3.6)$$

Текущая степень $S_y(t)$ соблюдения за период времени $[0, t]$ уголовного законодательства определяется соотношением

$$S_y(t) = 1 - \beta_y(t). \quad (7.3.7)$$

Текущая степень $S_a(t)$ соблюдения за период времени $[0, t]$ административного законодательства определяется соотношением

$$S_a(t) = 1 - \beta_a(t). \quad (7.3.8)$$

Полученные соотношения (7.3.6) – (7.3.8) позволяют комплексно оценить текущую степень соблюдения участниками внешнеэкономической деятельности законодательства, контроль соблюдения которого возложен на таможенные органы. Их практическая реализация связана с необходимостью организации случайной выборки и определения на ее основе частот нарушений участниками ВЭД законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы. В таможенных органах Белоруссии такая выборка реализуется по следующему принципу: углубленному таможенному контролю подлежит каждая десятая товарная партия, а полному досмотру – каждая сотая. Случайность выборке обеспечивает случайность потока товарных партий.

Частоты $\beta(t)$, $\beta_y(t)$, $\beta_a(t)$ при этом определяются как отношения

$$\beta(t) = \frac{X_a(t) + X_y(t)}{Y(t)}; \quad (7.3.9)$$

$$\beta_y(t) = \frac{X_y(t)}{Y(t)}; \quad (7.3.10)$$

$$\beta_a(t) = \frac{X_a(t)}{Y(t)}, \quad (7.3.11)$$

где $X_a(t)$ – количество товарных партий, в связи с перемещением которых за период времени $[0, t]$ обнаружены признаки административных правонарушений, что подтверждено официально решением компетентного органа;

$X_y(t)$ – количество товарных партий за период времени $[0, t]$, в связи с перемещением которых обнаружены признаки уголовных правонарушений, что подтверждено официально решением компетентного органа;

$Y(t)$ – общее количество товарных партий за период времени $[0, t]$, выбранных СУР для углубленного таможенного контроля, включающего досмотр.

Такой подход к определению частот нарушений позволяет достаточно просто получить оценки степени соблюдения участниками ВЭД законодательства, контроль соблюдения которого возложен на таможенные органы.

Проиллюстрируем это на простом **примере**. Пусть за период времени $[0, t]$ через таможенную границу перемещены 10 000 товарных партий. Из них каждая 10, то есть 1000 товарных партий, подвергнута углубленному таможенному контролю, и 100 из них – досмотру. В результате в 10 случаях выявлены признаки уго-

ловных преступлений и в 50 случаях – административных нарушений. Тогда частоты $\beta(t)$, $\beta_y(t)$, $\beta_a(t)$ равны:

$$\beta(t) = \frac{X_a(t) + X_y(t)}{Y(t)} = \frac{50+10}{1000} = 0,06;$$

$$\beta_y(t) = \frac{X_y(t)}{Y(t)} = \frac{10}{1000} = 0,01;$$

$$\beta_a(t) = \frac{X_a(t)}{Y(t)} = \frac{50}{1000} = 0,05;$$

а степень соблюдения законодательства:

$$S(t) = 1 - \beta(t) = 1 - 0,06 = 0,94;$$

$$S_y(t) = 1 - \beta_y(t) = 1 - 0,01 = 0,99;$$

$$S_a(t) = 1 - \beta_a(t) = 1 - 0,05 = 0,95.$$

Однако корректность этих оценок будет достигаться далеко не всегда. Для ее обеспечения необходимо убедиться, что определяемые соотношениями (7.3.9) – (7.3.11) величины действительно являются частотами соответствующих событий. Ответ на этот вопрос может быть получен путем выявления устойчивости рассматриваемых величин [60]. Этот показатель может быть установлен на основе реализации при их вычислении схемы удлиняющейся серии. Ее реализация опирается на следующий алгоритм.

1. По мере углубленного таможенного контроля поступающих товарных партий определяется частота нарушений законодательства, контроль соблюдения которого возложен на таможенные органы:

$$\beta(N^*) = \frac{\sum_{n=1}^{N^*} X(n)}{N^*}, \quad N^* = 1, 2, \dots, N(t), \quad (7.3.12)$$

где $\beta(N^*)$ – частота нарушений законодательства в N^* товарных партиях из $N(t)$ товарных партий, подвергнутых к моменту времени t углубленному таможенному контролю;

$$X(n) = \begin{cases} 1, & \text{если в } n\text{-й товарной партии имеются нарушения;} \\ 0, & \text{если в } n\text{-й товарной партии нарушений нет.} \end{cases}$$

$N(t)$ – количество товарных партий, подвергнутых к моменту времени t углубленному таможенному контролю.

Протокол серии вычислений по формуле (7.3.12) имеет вид числовой последовательности:

$$\{\beta(N^*)\}_1^{N(t)} = \{\beta(1), \beta(2), \dots, \beta(m), \dots, \beta(N(t))\}, \quad (7.3.13)$$

где N^* – порядковый номер акта вычисления по формуле (7.3.12) ($N^* = 1, 2, \dots, N(t)$).

Пусть по мере увеличения количества актов вычислений мы анализируем протокол $\{\beta(N^*)\}_1^m$ (m – номер последнего акта вычислений) с целью предсказать значение $\beta(m+1)$. Простейший подход к предсказанию заключается в вычислении эмпирического среднего:

$$M_m[\beta] = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m \beta(n), m = \overline{1, N}. \quad (7.3.14)$$

Протокол величин $M_m[\beta]$ обозначим через $M_m[\beta]_1^{N^{(t)}}$. При этом может оказывать, что эмпирическое среднее значение частоты нарушений обнаруживает устойчивость в том смысле, что разброс значений $M_m[\beta]$ в конце концов ощутимо уменьшается по мере возрастания m , то есть

$$M_m[\beta] \approx M[\beta] \text{ при } m \geq m^*. \quad (7.3.15)$$

Здесь $M[\beta]$ – некоторая константа, а m^* – то наименьшее количество актов вычислений, начиная с которого

$$M[\beta] - M_m[\beta] \leq \varepsilon, \varepsilon > 0. \quad (7.3.16)$$

2. Если это условие выполняется, то гипотеза о том, что величина $\beta(N^*)$ является случайной (статистически устойчивой), не противоречит опыту, и для ее анализа применимы методы теории вероятностей. В частности, величина $M[\beta]$ – математическое ожидание частоты нарушений – может служить в качестве прогноза вероятности нарушений на отрезке времени $[0, t]$ для всего множества товарных партий.

3. Если же условие (7.3.16) не выполняется, то полученные статистические данные не могут быть применены для оценки вероятности нарушений.

Величина $\varepsilon > 0$ в (7.3.16) может быть использована для определения верхней и нижней границы ожидаемой частоты нарушений. Ее верхняя граница при этом определяется соотношением

$$\hat{\beta} = \{M[\beta] + \varepsilon\}, \quad (7.3.17)$$

а нижняя – соотношением

$$\tilde{\beta} = \{M[\beta] - \varepsilon\}. \quad (7.3.18)$$

Предложенный подход может быть реализован в рамках модернизации системы управления рисками таможенных органов. Его основное достоинство состоит в том, что вопрос о количестве товарных партий, подвергаемых углубленному контролю для получения репрезентативной выборки, решается автоматически: их надо столько, сколько требуется для выполнения соотношения (7.3.16).

И бросили о них жребий...

Деян. 1.26

И выпал жребий...

Нав. 17.1

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЛАТЕНТНОГО ЭФФЕКТА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

8.1. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЛАТЕНТНОГО ЭФФЕКТА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ЧАСТИ СОБЛЮДЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ КОТОРОГО ВОЗЛОЖЕН НА ТАМОЖЕННЫЕ ОРГАНЫ

Я не только поступаю в соответствии с тем,
что я есть, но и становлюсь в соответствии с тем,
как я поступаю.

Сократ

Латентный эффект управления рисками порождается имеющимися у участников внешнеэкономической деятельности сведениями о результативности непосредственного функционирования СУР и проявляется в снижении их склонности к нарушениям законодательства при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки через таможенную границу. Текущая степень соблюдения участниками внешнеэкономической деятельности законодательства, контроль соблюдения которого возложен на таможенные органы, характеризуется показателями (7.3.6), (7.3.7) и (7.3.8). При этом показатель (7.3.6) отражает степень соблюдения законодательства в целом, а показатели (7.3.7) и (7.3.8) конкретизируют ее относительно нарушений уголовного и административного законодательства. Обусловленный функционированием системы управления рисками латентный эффект определяется соотношением (7.3.6). Его конструктивное представление зависит от складывающейся информационной ситуации. Эта ситуация характеризуется изменением степени соблюдения законодательства в зависимости от изменения результативности функционирования системы управления рисками. Взаимосвязь результативности функционирования системы управления рисками и степени соблюдения законодательства при этом представляется в форме, приведенной в таблице 8.1.

**Взаимосвязь результативности
функционирования системы управления рисками
и степени соблюдения законодательства**

t_1	t_2	t_3	\dots	t_{N-1}	t_N
$Z_1(t_1)$	$Z_1(t_2)$	$Z_1(t_3)$	\dots	$Z_1(t_{N-1})$	$Z_1(t_N)$
$Z_{1y}(t_1)$	$Z_{1y}(t_2)$	$Z_{1y}(t_3)$	\dots	$Z_{1y}(t_{N-1})$	$Z_{1y}(t_N)$
$Z_{1a}(t_1)$	$Z_{1a}(t_2)$	$Z_{1a}(t_3)$	\dots	$Z_{1a}(t_{N-1})$	$Z_{1a}(t_N)$
$\beta(t_1)$	$\beta(t_2)$	$\beta(t_3)$	\dots	$\beta(t_{N-1})$	$\beta(t_N)$
$\beta_y(t_1)$	$\beta_y(t_2)$	$\beta_y(t_3)$	\dots	$\beta_y(t_{N-1})$	$\beta_y(t_N)$
$\beta_a(t_1)$	$\beta_a(t_2)$	$\beta_a(t_3)$	\dots	$\beta_a(t_{N-1})$	$\beta_a(t_N)$

Задача оценки латентного эффекта функционирования системы управления рисками при этом состоит в построении по данным таблицы 8.1 функций:

$$\beta = \beta(Z_1), \quad (8.1.1)$$

$$\beta_y = \beta_y(Z_{1y}), \quad (8.1.2)$$

$$\beta_a = \beta_a(Z_{1a}), \quad (8.1.3)$$

характеризующих в целом латентный эффект (функция (8.1.1)), латентный эффект в части соблюдения участниками ВЭД уголовного законодательства (функция (8.1.2)), латентный эффект в части соблюдения участниками ВЭД административного законодательства (функция (8.1.3)). Их построение может быть осуществлено постулированием вида каждой из функций и определения ее параметров на основе метода наименьших квадратов (МНК). Этот метод наиболее просто реализуется для случая, когда соотношения (8.1.1) – (8.1.3) являются линейными или могут быть преобразованы к линейным. В этом случае каждое из соотношений (8.1.1) – (8.1.3) представляется соответствующей функцией

$$y = ax + b, \quad (8.1.4)$$

где y отражает значения соответствующей функции β , β_y , β_a , а x – значения аргумента Z_1 , Z_{1y} , Z_{1a} .

Задача состоит в определении параметров a и b на основании эмпирических данных, приведенных в таблице 8.1. Выбор этих параметров должен обеспечить минимум суммарному отклонению эмпирических данных от данных, полученных на основе соотношения (8.1.4), то есть минимум функции

$$F(a, b) = \sum_{n=1}^N [y_n - (ax_n + b)]^2. \quad (8.1.5)$$

Необходимым условием экстремума этой функции является выполнение условий:

$$\frac{\partial F(ab)}{\partial a} = -2 \sum_{n=1}^N [y_n - (ax_n + b)]x_n = 0, \quad (8.1.6)$$

$$\frac{\partial F(ab)}{\partial b} = -2 \sum_{n=1}^N [y_n - (ax_n + b)] = 0. \quad (8.1.7)$$

Разрешив систему уравнений (8.4.5), (8.4.7) относительно искомых параметров a и b , получим

$$a = \frac{N \sum_{n=1}^N x_n y_n - \sum_{n=1}^N x_n \sum_{n=1}^N y_n}{N \sum_{n=1}^N x_n^2 - \left(\sum_{n=1}^N x_n \right)^2}, \quad (8.1.8)$$

$$b = \frac{\sum_{n=1}^N y_n - a \sum_{n=1}^N x_n}{N}. \quad (8.1.9)$$

Используя метод наименьших квадратов для линейных функций, можно построить практически любые формы и для нелинейных парных связей (8.1.1) – (8.1.3) Для этого используют линеаризующие преобразования.

Для сведения нелинейных парных связей к линейным широко распространены два вида преобразований: натуральный логарифм \ln и обратное преобразование $1/t$. При этом, очевидно, возможно преобразование как зависимых переменных β , β_y , β_a (обозначенных y), так и независимых переменных Z_1 , Z_{1y} , Z_{1a} (обозначим их $t(x)$) или одновременно и тех и других.

В таблице 8.2 приведены три часто встречающихся преобразования парных зависимостей, полученных комбинацией из индивидуальных преобразований зависимой переменной y и независимой переменной t .

Качество аналитического представления при этом проверяют на основе уравнения

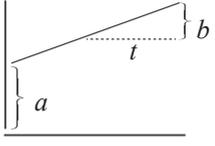
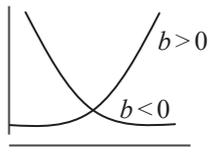
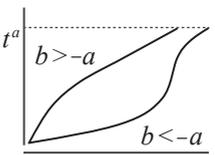
$$\hat{y}' = a' + b't.$$

После вычисления коэффициентов a' и b' по методу наименьших квадратов выполняют обратные преобразования, то есть по a' и b' определяют a и b (таблица 8.2). Так, например, простая экспоненциальная кривая (экспонента) определяется уравнением

$$y_t = ae^{bt},$$

где e – основание натурального логарифма.

Функции и линеаризующие преобразования

Функция		Линеаризующие преобразования				Вид кривой
Название	Уравнение	Преобразование переменных		Выражение для величин a и b		
		y'	t'	a'	b'	
Линейная	$\dot{y}_t = a + bt$	y	t	a	b	
Экспоненциальная (простая)	$\dot{y}_t = ae^{bt}$	$\ln y$	t	$\ln a$	b	
S-образная	$\dot{y}_t = e^{a+bt}$	$\ln y$	$\frac{1}{t}$	a	b	

Это уравнение можно записать в другом виде:

$$\hat{y}_t = e^{a' + bt'}$$

где $a' = \ln a$

или

$$\hat{y}_t = a(b')^{t'}$$

где $b' = e^b$.

От обеих частей исходного уравнения возьмем натуральный логарифм. Получим

$$\ln \hat{y}_t = \ln a + bt \ln e$$

или

$$\hat{y}' = a' + bt(\hat{y}') = \ln \hat{y}' \cdot a' = \ln a.$$

Параметры a' и b' определим методом наименьших квадратов и, преобразуя $a = \text{antiln}$, перейдем к исходному уравнению.

В целом соотношения (8.1.1) – (8.1.9) отражают сущность методики оценки латентного эффекта функционирования системы управления рисками в части соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы.

Критерием положительного латентного эффекта является отрицательность коэффициента (8.1.8) для частот нарушения законодательства. В таблице 8.1 это проявляется в уменьшении значений величин $\beta(t)$, $\beta_y(t)$, $\beta_a(t)$ по мере увеличения t . Это обстоятельство позволяет при оценке латентного эффекта ограничиться построением таблицы 8.1 и не проводить построение аналитических соотношений для включенных в нее величин.

8.2. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЛАТЕНТНОГО ЭФФЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПЛАТЕЖЕЙ, ДОПОЛНИТЕЛЬНО ВЗЫСКАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРИМЕНЕНИЯ МЕР ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

Есть два рычага, которыми можно
двигать людей, – страх и личный интерес.

Наполеон Бонапарт

Одной из основных задач управления рисками является противодействие перемещению через таможенную границу товаров с нарушениями таможенного законодательства в виде недекларирования и (или) недостоверного декларирования, влекущими неуплату или неполную уплату таможенных платежей (противодействие «серому импорту» и «серому экспорту»).

Для оценивания эффективности решения этой задачи в настоящее время применяются показатели, приведенные в таблице 8.3.

Общим недостатком этих показателей является то, что они учитывают только непосредственный эффект функционирования СУР на установленном интервале времени. Их применение для оценки эффективности СУР оправдано только в ситуации, когда количество нарушений законодательства при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки велико и объемы недоначисленных таможенных платежей значительны. Если же система управления рисками в течение длительного времени функционирует эффективно, то начинает проявляться латентный эффект, состоящий в снижении склонности участников внешнеэкономической деятельности к нарушениям законодательства, в частности к занижению таможенных платежей. По мере проявления этого эффекта объемы таможенных платежей, дополнительно взысканных по результатам применения мер по минимизации рисков, будут сокращаться. Причем это сокращение будет свидетельством высокой эффективности функционирования системы управления рисками. С другой стороны, низкая эффективность функционирования СУР может приводить к росту показателей 1, 2. Указанные обстоятельства

свидетельствуют о нецелесообразности применения рассматриваемых показателей для оценки эффективности функционирования СУР.

Таблица 8.3

**Показатели эффективности функционирования СУР
по противодействию «серому импорту»**

1	Сумма таможенных платежей, доначисленных по результатам корректировок таможенной стоимости товаров	$S_{\text{нч}}$ – итоговая сумма таможенных платежей, доначисленных с учетом подлежащих возврату за отчетный период по решениям о корректировке таможенной стоимости товаров
2	Сумма таможенных платежей, взысканных в результате корректировок таможенной стоимости товаров	$S_{\text{вз}}$ – итоговая сумма таможенных платежей, фактически уплаченных или взысканных с учетом произведенных возвратов, за отчетный период по решениям о корректировке таможенной стоимости товаров

Более адекватно эффект функционирования СУР отражает динамика изменения показателей абсолютного $S_a(T, t)$ и относительного $S_0(T, t)$ объема недовзысканных таможенных платежей за тот или иной период T (например, год), непосредственно предшествующий моменту времени t . Эти показатели определяются соотношениями

$$S_a(T, t) = S(T, t) - S_{\text{вз}}(T, t), \quad (8.2.1)$$

$$S_0(T, t) = \frac{S(T, t) - S_{\text{вз}}(T, t)}{S(T, t)}, \quad (8.2.2)$$

где $S(T, t)$ – объем таможенных платежей, которые должны быть уплачены с «серого импорта» и «серого экспорта» за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t ;

$S_{\text{вз}}(T, t)$ – объем таможенных платежей, фактически уплаченных или взысканных за период T по решениям о корректировке таможенной стоимости товаров (с учетом произведенных возвратов) в результате применения мер по минимизации рисков.

Снижение значений величин (8.2.1), (8.2.2) с течением времени свидетельствует об эффективной работе системы управления рисками, а их увеличение – об обратном.

В соотношениях (8.2.1), (8.2.2) величина $S_{\text{вз}}(T, t)$ непосредственно берется из таможенной статистики, а $S(T, t)$ определяется расчетным путем. При этом, поскольку «серый импорт» и «серый экспорт» скрыты от непосредственного наблюдения, в результате расчетов мы получаем не точное значение величины $S(T, t)$, а только ее в той или иной мере приближенную оценку. Точность оценки зависит от информационной ситуации и методов обработки доступной

информации. Величина $S(T, t)$ может оцениваться исходя из оценочных данных об объемах «серого импорта» и «серого экспорта».

Известные в настоящее время подходы к оценке объема «серого импорта» можно разделить на три группы.

Первая содержит различные вариации метода зеркальной статистики.

Вторая включает методы экспертных оценок.

Третья опирается на методологию платежного баланса.

Сущность метода зеркальной статистики состоит в сопоставлении объема импорта и экспорта по данным Федеральной таможенной службы с экспортом и импортом России по данным международных организаций, которые получают эту информацию от таможенных органов соответствующих государств. Полученные различия представляют собой величины «серого импорта» и «серого экспорта».

Наиболее общим недостатком этого метода является то, что зеркальная статистика оказывается не вполне зеркальной. Причина этого заключается в различии методологических подходов государств к ведению внешнеторговой статистики. Эксперты, специализирующиеся на ведении международной статистики внешней торговли¹, называют более тридцати причин этого несоответствия, среди которых можно выделить следующие:

1) некоторые страны учитывают в статистике внешней торговли операции, осуществляемые в свободных экономических зонах на их территории, другие – нет;

2) при определении количества товара в некоторых странах учитывается вес транспортировочной и складской упаковки (брутто), в других определяется вес нетто (с потребительской упаковкой или без нее);

3) временной лаг, когда экспорт учитывается в рамках текущего отчетного периода, в то время как соответствующий импорт страны-партнера – в следующем периоде;

4) недостоверное декларирование товара при его ввозе на территорию государства;

5) некоторые страны учитывают реэкспорт, реимпорт или международный транзит в объеме внешней торговли, несмотря на рекомендации ООН, в соответствии с которыми импорт должен определяться по стране происхождения товара, экспорт – по последней известной стране назначения, а данные по международному транзиту должны исключаться из статистики внешней торговли;

6) в зависимости от условий поставки («Инкотермс») в стоимость товара, заявленную участником ВЭД, могут включаться расходы на транспортировку до получателя и страхование;

7) некоторые страны включают в импорт товары, продаваемые и покупаемые предприятиями с иностранными инвестициями, а другие (например, Россия) – нет;

¹ International Trade Centre. Режим доступа: World Wide Web. URL: <http://www.intracen.org>.

8) некоторые страны включают в импорт все ввозимые товары независимо от страны происхождения и назначения, а другие – только товары, предназначенные для потребления внутри страны, причем еще и с разделением их по странам происхождения;

9) классификация товаров в различных странах имеет национальные особенности, которые приводят к тому, что один и тот же товар учитывается в национальных статистиках с различными классификационными кодами, и т.д.

Все это усугубляется еще и тем, что товар от производителя до потребителя может проходить через ряд стран с различными системами статистического учета, а его стоимость – оцениваться как в ценах ФОБ, так и в ценах СИФ, усредненные коэффициенты перехода между которыми носят приближенный характер и при этом постоянно меняются.

Наряду с указанными недостатками данные зеркальной статистики публикуются с существенной задержкой. Все это приводит к значительным погрешностям оценки и снижает возможности практического применения этого метода.

Как же можно устранить эти недостатки и сделать статистику более зеркальной? Ответ на этот вопрос дают разработанные специалистами ФТС России, Минэкономразвития и Росстата «Методические рекомендации по проведению сопоставительного анализа данных о внешней торговле Российской Федерации со странами – торговыми партнерами Российской Федерации»¹.

Вместе с тем возможность их реализации связана с необходимостью решения целого ряда организационных, технических и экономических проблем. Так, *в организационном аспекте* необходимо заключить международные договоры со всеми торговыми партнерами Российской Федерации об обмене соответствующей информацией, создать международные группы специалистов для координации этого обмена (взаимного согласования методик статистической отчетности).

В техническом аспекте нужно оснастить их соответствующими средствами автоматизации. И *в экономическом аспекте* – определиться, кому это надо и кто, соответственно, будет оплачивать этот достаточно дорогостоящий процесс. *В зарубежных странах* понятия «серый импорт» и «серый экспорт» не применяются. Это проявляется в отсутствии в открытых источниках данных о применяемых методах оценки их объемов и обусловлено тем, что таможенные платежи в этих странах, как правило, не являются основным источником дохода государственного бюджета, и, следовательно, они не настолько, как Россия, заинтересованы в снижении объемов «серого импорта» и «серого экспорта». Так что зарубежные государства вряд ли будут проявлять существенный энтузиазм в части внедрения рассматриваемой методики.

При этом следует также иметь в виду, что даже эта громоздкая конструкция не решит все проблемы «кривизны зеркал».

¹ Приказ ФТС России № 512, Минэкономразвития России № 125, Росстата № 97 от 29.04.2008.

Нерешенность указанных проблем не позволяет в течение уже многих лет реализовать рассматриваемые методические рекомендации.

Это обуславливает целесообразность применения других методов оценки объемов «серого импорта» и «серого экспорта». Ими, в частности, являются экспертные методы и методы, опирающиеся на методологию платежного баланса.

Сущность экспертных методов состоит в осуществлении опроса экспертов и последующей обработке его результатов.

В качестве экспертов выступают крупные участники рынка.

Методы применимы для оценки объема «серого импорта» только в отдельных отраслях экономики. Чаще всего их используют научные учреждения и маркетинговые агентства. В частности, известен положительный опыт их применения в Высшей школе экономики. Других же случаев их эффективного использования практически нет.

Сущность методов, опирающихся на методологию платежного баланса, состоит в сопоставлении абсолютных размеров розничного товарооборота на внутреннем рынке, объемов поступления и вывоза товаров по учетным каналам и объемов внутреннего производства. Это сопоставление осуществляется на основе соответствующих данных Росстата и ФТС России.

Недостатки этих методов состоят в следующем.

1. В части «серого импорта» они применимы лишь в отношении потребительских товаров и не учитывают промежуточные и инвестиционные товары. Поэтому их оценка осуществляется посредством метода зеркальной статистики.

2. Данные по импорту товаров, представленные в платежном балансе, превышают данные по импорту, опубликованные в таможенной статистике, на величину поправки, рассчитанной в соответствии с методологией платежного баланса. Эта поправка, помимо объема «серого импорта», включает в себя стоимость следующих товаров:

- 1) приобретенных транспортными средствами в портах;
- 2) поступивших на переработку на территории России;
- 3) возвращенных после переработки вне территории России;
- 4) приобретенных вне территории России для переработки в других странах;
- 5) приобретенных после переработки у нерезидентов на территории России;
- 6) прочих товаров, приобретенных без пересечения границы Российской Федерации;
- 7) автомобилей, ввезенных физическими лицами (кроме учтенных в таможенной статистике);
- 8) гуманитарной помощи (кроме учтенной в таможенной статистике);
- 9) имущества мигрантов.

К недостаткам этого метода следует добавить еще и существенное запаздывание информации и невозможность детально определить структуру «серого импорта» и «серого экспорта».

В целом каждый из рассмотренных подходов содержит существенные погрешности, ограничивающие сферу его применения. Это обуславливает необходимость дальнейшего развития методов оценки объема товаров, перемещаемых через таможенную границу с нарушениями таможенного законодательства, влекущими неуплату или неполную уплату таможенных платежей и определения величины $S(T, t)$. Эти методы должны опираться на актуальную информацию об объеме и структуре импорта и экспорта и выявленных в процессе функционирования СУР нарушениях, влекущих неуплату или неполную уплату таможенных платежей. Такая информация в настоящее время имеется в основном в ФТС России. Поэтому перспективные методы определения величины $S(T, t)$ целесообразно формировать с учетом этой информации и реализовывать на средствах автоматизации, применяемых в системе управления таможенными рисками ФТС России.

Система управления рисками обеспечивает в соответствии с действующими профилями риска или другими правилами выборку товарных партий для проведения углубленного таможенного контроля. В процессе этого контроля вскрываются и попытки перемещения через таможенную границу товаров с нарушениями, влекущими неуплату или неполную уплату таможенных платежей. Каждой из вскрытых попыток соответствует определенная величина доначисленных таможенных платежей. Пусть за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t , вскрыто I таких попыток. Тогда величина $S_{\text{вз}}(T, t)$ определяется соотношением

$$S_{\text{вз}}(T, t) = \sum_{i=1}^I C_i(T, t), \quad (8.2.3)$$

где $C_i(T, t)$ – величина доначисленных таможенных платежей для i -й вскрытой в результате функционирования системы управления рисками попытки перемещения через таможенную границу товаров с нарушениями таможенного законодательства, влекущими их неуплату или неполную уплату.

Обозначим через $C(T, t)$ общий объем таможенных платежей, начисленных на товары, включенные в результате функционирования СУР в выборку для проведения углубленного контроля. Тогда относительный объем $\delta(T, t)$ доначислений в результате функционирования СУР в рассматриваемый период времени определяется соотношением

$$\delta(T, t) = \frac{S_{\text{вз}}(T, t)}{C(T, t)}. \quad (8.2.4)$$

Величины (8.2.3), (8.2.4) могут определяться как в целом для товаров, перемещенных через таможенную границу за период времени T , так и отдельно для импорта и экспорта и детализироваться по группам товаров. При этом информационная ситуация для оценивания эффективности функционирования СУР состоит в знании порядка формирования выборки товарных партий для проведения углубленного таможенного контроля и данных о динамике изменения величин (8.2.3), (8.2.4) до момента времени t . Проблема состоит в определении на основе этих све-

дений оценки величины $S(T, t)$. В сложившейся информационной ситуации величина $S(T, t)$ определяется соотношением

$$S(T, t) = \delta^*(T, t)[C^*(T, t) - C(T, t)], \quad (8.2.5)$$

где $C^*(T, t)$ – общий объем таможенных платежей, уплаченных за товары, перемещенные через таможенную границу за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t .

$\delta^*(T, t)$ – ожидаемый относительный объем недоначисленных таможенных платежей за товары, перемещенные через таможенную границу за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t .

В соотношении (8.2.5) величина $C^*(T, t)$ непосредственно берется из таможенной статистики, а $\delta^*(T, t)$ определяется расчетным путем.

В сложившейся информационной ситуации $\delta^*(T, t)$ может быть определена на основе принципа максимума энтропии. В интересах его применения будем полагать, что:

1) с вероятностью p_1 относительный объем недоначисленных таможенных платежей за не подвергнутые углубленному таможенному контролю товары, перемещенные через таможенную границу за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t , будет меньше, чем за товары, подвергнутые такому контролю;

2) с вероятностью p_2 относительный объем недоначисленных таможенных платежей за не подвергнутые углубленному таможенному контролю товары, перемещенные через таможенную границу за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t , будет равен относительному объему недоначисленных таможенных платежей за товары, подвергнутые такому контролю;

3) с вероятностью p_3 относительный объем недоначисленных таможенных платежей за не подвергнутые углубленному таможенному контролю товары, перемещенные через таможенную границу за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t , будет равен нулю.

Первая ситуация соответствует эффективному, но не идеальному функционированию СУР, вторая – неэффективному, а третья – идеальному функционированию.

В такой ситуации ожидаемая величина $\delta^*(T, t)$ относительного объема недоначисленных таможенных платежей за товары, перемещенные через таможенную границу за период T , определяется соотношением:

$$\delta^*(T, t) = p_1 \delta(T, t) + p_2 \delta(T, t) + p_3 \cdot 0. \quad (8.2.6)$$

Исходя из нынешнего состояния СУР естественно предположить, что:

$$p_1 \geq p_2 \geq p_3. \quad (8.2.7)$$

Соотношением (8.2.7) исчерпывается вся доступная информация о вероятностях p_1, p_2, p_3 . Следовательно, задача определения ожидаемого относительного

объема недоначисленных таможенных платежей за товары, перемещенные через таможенную границу за период T , сводится к определению этих вероятностей в информационной ситуации, характеризуемой соотношением (8.2.7). Исходя из принципа максимума энтропии для их определения можно применить оценки Фишберна для нестрогого отношения порядка (8.2.7). Эти оценки определяются соотношением

$$p_k = \frac{2(K-k+1)}{K(K+1)}, \quad k=1,2,\dots,K. \quad (8.2.8)$$

Поскольку множество упорядоченных в соответствии с соотношением (8.2.7) вероятностей содержит три элемента, то $K=3$, а вероятности таковы:

$$p_1 = \frac{1}{2}, \quad p_2 = \frac{1}{3}, \quad p_3 = \frac{1}{6}. \quad (8.2.9)$$

Подставив эти значения в (8.2.6), получим:

$$\delta^*(T,t) = \frac{5}{6} \delta(T,t). \quad (8.2.10)$$

Откуда с учетом (8.2.4), (8.2.5) получим:

$$S(T,t) = \frac{5 \cdot S_{\text{вз}}(T,t)}{6 \cdot C(T,t)} [C^*(T,t) - C(T,t)]. \quad (8.2.11)$$

Соотношение (8.2.11) определяет ожидаемый объем таможенных платежей, которые должны быть уплачены с «серого импорта» и «серого экспорта» за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t .

С учетом (8.2.11) показатели (8.2.1), (8.2.2) принимают вид:

$$S_a(T,t) = \left\{ \frac{5}{6 \cdot C(T,t)} [C^*(T,t) - C(T,t)] - 1 \right\} S_{\text{вз}}(T,t), \quad (8.2.12)$$

$$S_0(T,t) = 1 - \frac{6 \cdot C(T,t)}{5 [C^*(T,t) - C(T,t)]}. \quad (8.2.13)$$

В полученных показателях (8.2.12), (8.2.13) все параметры непосредственно следуют из таможенной статистики.

Динамика изменения значений полученных показателей характеризует эффективность функционирования системы управления рисками с учетом латентного эффекта.

В целом с применением этих показателей алгоритм оценивания эффективности функционирования СУР в части обеспечения полноты взимания таможенных платежей с учетом латентного эффекта состоит в следующем.

1. Определяется интервал времени $[0, t]$, в течение которого должен быть оценен латентный эффект функционирования СУР в части обеспечения полноты взимания таможенных платежей.

2. Выделенный интервал делится на подынтервалы $t_1 = [0, T]$, $t_2 = [T, 2T]$, $t_3 = [2T, 3T]$, ..., $t_N = [t - T, t]$.

3. Для каждого из подынтервалов определяются величины $C^*(T, t_n)$, $C(T, t_n)$, $S_{вз}(T, t_n)$.

4. На основе данных п. 3 для каждого из подынтервалов определяются по формулам (8.2.12), (8.2.13) значения показателей абсолютного $S_a(T, t)$ и относительно $S_0(T, t)$ объема недозысканных таможенных платежей.

5. Строится таблица 8.4.

Таблица 8.4

**Динамика изменения значений показателей
абсолютного $S_a(T, t)$ и относительного $S_0(T, t)$ объема
недозысканных таможенных платежей**

t_1	t_2	t_3	...	$t_N = t$
$S_a(T, t_1)$	$S_a(T, t_2)$	$S_a(T, t_3)$...	$S_a(T, t)$
$S_0(T, t_1)$	$S_0(T, t_2)$	$S_0(T, t_3)$...	$S_0(T, t)$

Уже сама по себе эта таблица отражает латентный эффект функционирования СУР в части обеспечения полноты взимания таможенных платежей. Если по мере увеличения t значения показателей абсолютного $S_a(T, t)$ и относительного $S_0(T, t)$ объемов недозысканных таможенных платежей снижаются, то эффект положительный. Следовательно, СУР функционирует эффективно. В случае же их роста СУР функционирует недостаточно эффективно.

6. По данным таблицы 8.4 для каждого из показателей строится соответствующее уравнение парной регрессии $y = y(t)$.

7. Если функция $y = y(t)$ убывающая, то латентный эффект функционирования СУР положительный. Следовательно, СУР функционирует эффективно. В случае же возрастания функции $y = y(t)$ латентный эффект функционирования СУР отрицательный, и, следовательно, она функционирует недостаточно эффективно.

Применение изложенного подхода к оценке латентного эффекта функционирования СУР рассмотрим на простом примере. Пусть оценка латентного эффекта осуществляется на отрезке времени, равном одному году. Этот отрезок разобьем на четыре периода (квартала). Пусть в первом квартале (подынтервал $t_1 = [0, T]$) общий объем таможенных платежей, начисленных на товары, включенные в результате функционирования СУР в выборку для проведения углубленного контроля, равен $C(T, t_1) = 1000$ тыс. рублей. При этом общий объем таможенных платежей, уплаченных за товары, перемещенные через таможенную границу за период T , непосредственно предшествующий моменту времени t_1 , равен $C^*(T, t) = 10\,000$. Тогда в соответствии с соотношением (8.2.13)

$$S_0(T, t_1) = 1 - \frac{6 \cdot 1000}{5[10000 - 1000]} = 0,34 = y_1.$$

Аналогично определяются величины $S_0(T, t_2) = y_2$, $S_a(T, t_3) = y_3$, $S_a(T, t) = y_4$. Допустим, что $y_2 = 0,32$, $y_3 = 0,30$, $y_4 = 0,28$. Тогда таблица 8.4 в части рассматриваемого показателя примет вид

t_1	t_2	t_3	t_4
0,34	0,32	0,30	0,28

Из полученной таблицы следует, что значения показателя относительного $S_0(T, t)$ объема недовзысканных таможенных платежей снижается. Это свидетельствует о положительном латентном эффекте функционирования СУР в части противодействия занижению таможенных платежей.

В рассмотренном примере зависимость $y = y(t)$ носит линейный характер и имеет аналитический вид: $y = -0,02t + 0,36$.

В интересах построения по данным таблицы 8.4 функции $y = y(t)$ можно воспользоваться данными таблицы 8.2. В ней приведены типовые аналитические соотношения для представления функции $y = y(t)$. Также в таблице приведены соотношения, обеспечивающие линеаризацию выбранного представления. Такая линеаризация позволяет воспользоваться методом наименьших квадратов для построения линейной функции $\hat{y} = ax + b$, соответствующей искомой функции $y = y(t)$. Параметры линейной функции определяются соотношениями (8.2.8), (8.2.9).

Далее для определения по полученной функции $\hat{y} = ax + b$ искомой функции $y = y(t)$ необходимо провести приведенные в таблице 8.2 преобразования.

В целом предложенный алгоритм и метод характеристики функции $y = y(t)$ обеспечивают оценивание латентного эффекта применения системы управления рисками в части таможенных платежей, дополнительно взысканных по результатам применения мер по минимизации рисков.

А все, что было написано прежде,
написано нам в назидание.

Апостол Павел

9. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ТАМОЖЕННЫХ ОРГАНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

9.1. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТАМОЖЕННЫМИ РИСКАМИ

Предоставленные самим себе события имеют
тенденцию развиваться от плохого к худшему.

Закон Мерфи

Система управления таможенными рисками (СУР) представляет собой совокупность взаимосвязанных органов и средств управления, обеспечивающих анализ, выявление, оценку и минимизацию рисков в ходе таможенного контроля.

К органам управления рисками относятся структурные подразделения и должностные лица таможенных органов, уполномоченные на управление таможенными рисками (рис. 9.1).

Руководителями СУР в таможенных органах являются первые заместители начальников таможенных органов.

К координирующим субъектам СУР относятся структурные подразделения таможенных органов, к компетенции которых относятся вопросы организации и координации управления рисками. Правоохранительные субъекты СУР включают структурные подразделения таможенных органов, к компетенции которых относятся вопросы проведения оперативно-розыскной и связанной с ней информационно-аналитической деятельности.

К субъектам СУР на этапе после выпуска относятся структурные подразделения таможенных органов, к компетенции которых относятся вопросы организации и проведения таможенного контроля после выпуска товаров.

Специализированные субъекты СУР включают структурные подразделения таможенных органов, к компетенции которых относятся вопросы:

- контроля таможенной стоимости;
- контроля правильности классификации товаров в соответствии с единой Товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности Таможенного союза (ТН ВЭД ТС);

- контроля за применением ставок таможенных пошлин, налогов;
- контроля за правильностью определения страны происхождения товаров;
- контроля за начислением таможенных пошлин, налогов и иных платежей, применением обеспечения уплаты таможенных пошлин, налогов, а также предоставлением льгот по уплате таможенных платежей;
- контроля за соблюдением запретов и ограничений, установленных в соответствии с таможенным законодательством Таможенного союза, законодательством Российской Федерации о государственном регулировании внешнеторговой деятельности и международными договорами Российской Федерации;
- контроля за соблюдением прав на объекты интеллектуальной собственности;
- валютного контроля;
- организации совершения таможенных операций, таможенных процедур и проведения таможенного контроля;
- организационно-аналитической деятельности таможенных органов;
- организации и проведения административных расследований;
- контроля за таможенной процедурой таможенного транзита;
- таможенного контроля за делящимися и радиоактивными материалами;
- координации и контроля деятельности таможенных органов по использованию инспекционно-досмотровых комплексов;
- экспертно-криминалистического обеспечения деятельности таможенных органов.

Руководитель СУР отвечает за эффективное функционирование и достижение целей работы СУР таможенного органа.

Руководители СУР в таможенных органах выполняют следующие функции:

- 1) организация функционирования СУР в таможенном органе;
- 2) организация взаимодействия субъектов управления рисками и иных структурных подразделений таможенного органа при функционировании СУР;
- 3) организация и контроль процесса управления рисками в таможенном органе.

На координирующие субъекты СУР в таможенном органе возлагаются следующие функции:

- 1) методологическое руководство и обеспечение единообразного применения СУР в таможенном органе;
- 2) планирование, организация, контроль и оценка эффективности применения таможенными органами СУР, включающие:
 - сбор и обработку информации о результатах предыдущих актов таможенного контроля товаров, транспортных средств международной перевозки и участников ВЭД;
 - обнаружение и описание риска;
 - определение мер по минимизации рисков и порядка их применения;
 - формирование и утверждение профилей риска;

- анализ текущей информации о перемещаемых товарах, транспортных средствах международной перевозки и участниках ВЭД и выявление рисков;
- оценку рисков и целевой отбор объектов для таможенного контроля на основании профилей риска;
- контроль результатов применения мер по минимизации риска;
- обобщение результатов применения профилей рисков;
- актуализация (отмена) и уточнение профилей рисков.

Правоохранительными субъектами СУР выполняются следующие функции:

1) реализация процесса управления рисками на основе информации, полученной в ходе оперативно-розыскной и связанной с ней информационно-аналитической деятельности;

2) подготовка предложений по созданию, модернизации и сопровождению программных средств, обеспечивающих поддержку оперативно-розыскной и связанной с ней информационно-аналитической деятельности при функционировании СУР;

3) передача координирующему субъекту СУР необходимой информации о результатах оперативно-розыскной деятельности для уточнения существующих и формирования новых инструментов СУР;

4) подготовка предложений по совершенствованию риск-категорирования участников ВЭД и их передача координирующему субъекту СУР.

Функции, выполняемые субъектами СУР на этапе таможенного контроля после выпуска товаров:

1) реализация процесса управления рисками на этапе таможенного контроля после выпуска товаров;

2) подготовка предложений по созданию, модернизации и сопровождению программных средств, обеспечивающих функционирование СУР и передачу координирующему субъекту СУР информации, необходимой для уточнения существующих и формирования новых инструментов СУР на этапе таможенного контроля после выпуска товаров;

3) подготовка предложений по совершенствованию риск-категорирования участников ВЭД и их передача координирующему субъекту СУР;

4) анализ результатов таможенного контроля после выпуска товаров, подготовка предложений по уточнению инструментов СУР на этапах до выпуска товаров и их передача координирующему субъекту СУР;

5) подготовка предложений по разработке, применению, актуализации новых инструментов СУР на этапе таможенного контроля после выпуска товаров и их передача координирующему субъекту СУР.

Функции, выполняемые специализированными субъектами СУР:

1) проведение оценки рисков по своему направлению и передача результатов этой деятельности координирующему субъекту СУР;

2) мониторинг и анализ эффективности инструментов СУР по своему направлению деятельности;

3) подготовка предложений по созданию, модернизации и сопровождению программных средств, обеспечивающих функционирование СУР, и их передача координирующему субъекту СУР;

4) подготовка предложений по совершенствованию риск-категорирования участников ВЭД и их передача координирующему субъекту СУР;

5) подготовка предложений по разработке, применению, актуализации новых инструментов СУР по своему направлению и их передача координирующему субъекту СУР.

Субъекты СУР несут ответственность за выполнение функций и результаты их осуществления.

Средства управления рисками включают совокупность технических средств, информационных ресурсов и информационных технологий, применяемых для управления таможенными рисками.

Технические средства представляют собой совокупность средств сбора, накопления, передачи, обработки и представления информации, а также средств оргтехники, управления, ремонтно-профилактических и других средств.

Информационные технологии представляют собой программное обеспечение, применяемое для создания, хранения, обработки, ограничения к передаче и получению информации, необходимое для создания и функционирования СУР.

Применение информационных технологий управления рисками связано с использованием информационных ресурсов.

Информационные ресурсы представляют собой совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств.

Минимально возможный состав информационных ресурсов, используемых для применения системы управления рисками, должен включать:

а) информацию о результатах совершения таможенных операций и таможенных процедур (сведения, содержащиеся в декларации на товары, в транзитной декларации, сообщения о прибытии и убытии, предварительная информация о товарах и транспортных средствах международной перевозки, связанная с корректировкой деклараций на товары, деклараций таможенной стоимости);

б) информацию о результатах таможенного контроля (сведения, содержащиеся в отчетах о результатах применения мер по минимизации рисков, актах таможенных досмотров и осмотров, в результатах проведения осмотров с использованием инспекционно-досмотровых комплексов);

в) информацию о результатах анализа и оценки рисков.

Технические средства сбора, накопления, передачи, обработки и представления информации, реализуемые ими информационные технологии и имеющиеся информационные ресурсы составляют информационную подсистему СУР.

9.2. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТАМОЖЕННЫМИ РИСКАМИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

Кто владеет информацией –
тот владеет миром.

У. Черчилль

Основными принципами формирования и функционирования информационной подсистемы СУР являются:

- 1) принцип взаимодействия существующих и вновь создаваемых ее элементов (подсистем);
- 2) принцип конфиденциальности информации;
- 3) принципы целостности, достоверности и оперативности информации.

Информационная подсистема в целом и ее элементы должны удовлетворять следующим требованиям:

1) обеспечение консолидации данных в хранилище, обеспечивающем возможность максимально оперативного доступа к ним для извлечения и дальнейшей обработки;

2) базы данных, формируемые по результатам проведения таможенных операций при различных таможенных процедурах, должны содержать идентификатор, позволяющий идентифицировать цепи поставок от момента получения предварительной информации, ввоза (вывоза) товаров до момента завершения таможенных операций в отношении товаров и транспортных средств международной перевозки и помещения их под соответствующую таможенную процедуру;

3) обеспечение состава информационных ресурсов не менее минимального;

4) обеспечение максимального структурирования и достоверности информации;

5) архитектура информационных ресурсов системы управления рисками должна предусматривать возможность их масштабирования (увеличение объема данных, усложнение структур данных) без снижения оперативности формирования, обновления и обработки данных;

6) обеспечение возможности включения данных о результатах совершения таможенных операций и проведения таможенного контроля иностранными таможенными службами;

7) обеспечение возможности включения данных о реализации разрешительного порядка перемещения товаров и транспортных средств международной перевозки, данных о результатах проведения иных (кроме таможенного) видов государственного контроля в отношении перемещаемых товаров и транспортных средств международной перевозки, которыми располагают иные государственные контрольные органы Российской Федерации;

8) программно-технические решения должны включать технологии, обеспечивающие:

- определение объектов, подлежащих таможенному контролю (создание целевых профилей рисков);
- использование статистических и математических методов анализа и оценки рисков;
- реализацию процедуры случайной выборки товаров и транспортных средств международной перевозки, подлежащих таможенному контролю (с использованием генератора случайных чисел).

Указанные принципы и требования являются общими и должны дополняться и уточняться по мере развития информационной подсистемы управления таможенными рисками.

9.3. ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И СИСТЕМА ОТЧЕТНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТАМОЖЕННЫМИ РИСКАМИ

Если вы хотите, чтобы Бог рассмеялся,
расскажите ему о своих планах.

Вуди Аллен

Планирование при управлении таможенными рисками заключается в установлении на определенный промежуток времени целей, задач, ресурсов и порядка действий субъектов СУР при таможенном контроле товаров и транспортных средств международной перевозки. Оно включает стратегическое, оперативное и тактическое планирование.

Стратегическое планирование проводится координирующим субъектом СУР на уровне ФТС России (Управление рисками и оперативного контроля (УРиОК ФТС России)). Оно заключается в установлении на определенный промежуток времени общих целей, задач, ресурсов и порядка действий подчиненных субъектов СУР в процессе управления развитием и функционированием СУР ФТС России.

Оперативное планирование проводится координирующим субъектом СУР на уровне региональных таможенных управлений и таможен непосредственного подчинения. Оно заключается в детализации стратегического плана с учетом специфики каждого регионального таможенного управления и таможни непосредственного подчинения.

Тактическое планирование проводится координирующим субъектом СУР на уровне таможен. Оно заключается в детализации оперативного плана с учетом специфики каждой таможни.

Координирующие субъекты СУР на каждом уровне планирования разрабатывают и утверждают у вышестоящего руководителя СУР план развития и функционирования СУР соответствующего уровня.

В плане развития и функционирования СУР отображаются соответствующие мероприятия, исполнители, сроки исполнения, выделяемые для выполнения мероприятий ресурсы и порядок контроля.

В интересах контроля исполнения плана таможенные органы на регулярной основе осуществляют сбор, обобщение, анализ и передачу в вышестоящие таможенные органы отчетов о результатах выполнения мероприятий развития СУР и эффективности ее функционирования.

Ведение отчетности по применению СУР осуществляется уполномоченными должностными лицами таможенных органов с использованием информационно-программных средств единой автоматизированной информационной системы (ЕАИС) таможенных органов.

Исходными данными при формировании отчетности по применению СУР являются сведения, вносимые уполномоченными должностными лицами таможенных органов в информационно-программные средства ЕАИС таможенных органов по результатам применения мер по минимизации рисков.

9.4. ПОЛНОМОЧИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ТАМОЖЕННОЙ СЛУЖБЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

*А мне все равно. У меня полномочия.
Неизвестный автор*

Полномочия ФТС России по организации функционирования СУР заключаются в следующем:

- классификация видов рисков, профилей рисков, мер по минимизации рисков, результатов применения мер по минимизации рисков, иных классификаторов и нормативно-справочной информации, необходимых в процессе управления рисками;
- определение порядка проведения оценки рисков, подходов и технологии автоматизации процесса управления рисками;
- установление компетенции таможенных органов по самостоятельной разработке и применению инструментов СУР;
- определение структуры, порядка разработки, ведения, хранения, использования и актуализации реестра профилей рисков;
- формирование перечня мер по минимизации рисков, определение последовательности и порядка их применения;

- установление порядка действий уполномоченных должностных лиц таможенных органов при формировании отчетов о применении СУР, их формы, структуры, состава сведений, а также периодичности их формирования и доведения до вышестоящих таможенных органов;
- определение критериев и разработка методики риск-категорирования участников ВЭД;
- формирование технологии применения субъектно-ориентированной модели СУР при таможенном контроле;
- организация взаимодействия при функционировании СУР на всех уровнях системы таможенных органов;
- определение показателей и разработка методики оценки эффективности деятельности таможенных органов по применению СУР.

9.5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТАМОЖЕННЫМИ РИСКАМИ

До всего лишь два шага: один вперед,
другой назад.

Станислав Ежи-Лец

Основными целями применения системы управления рисками являются:

- 1) обеспечение в пределах компетенции таможенных органов мер по защите национальной (государственной) безопасности, жизни и здоровья человека, охране окружающей среды;
- 2) ускорение проведения таможенных операций при перемещении товаров через таможенную границу.

Для достижения этих целей на СУР возложены следующие задачи:

- 1) выбор на основе оценки рисков объектов, форм и объемов углубленного таможенного контроля;
- 2) ускорение и упрощение перемещения через таможенную границу товаров и транспортных средств международной перевозки, по которым не выявлена необходимость применения форм контроля, которые требуются для соблюдения таможенного законодательства;
- 3) обеспечение эффективного использования ресурсов таможенных органов, выделенных для проведения таможенного контроля;
- 4) планирование и организация деятельности таможенных органов по управлению рисками с учетом приоритетных целей таможенного и иных видов государственного контроля, осуществление которых возложено на таможенные органы;

5) совершенствование сбора, хранения и обработки информации, необходимой для оценки рисков;

6) обеспечение оценки рисков в таможенных органах с использованием специальных аппаратно-программных комплексов;

7) обеспечение единообразного применения мер по минимизации рисков при перемещении товаров и транспортных средств международной перевозки через таможенную границу;

8) осуществление мониторинга и оценки результативности процесса управления рисками для совершенствования СУР.

Процесс управления рисками включает два взаимосвязанных этапа (рис. 9.2).



Р и с . 9.2. Процесс управления рисками

Первый этап включает:

– сбор и обработку информации о результатах предыдущих актов таможенного контроля товаров, транспортных средств международной перевозки и участников ВЭД;

– обнаружение и описание риска;

– определение мер по минимизации рисков и порядка их применения;

– формирование и утверждение профилей риска (инструментов СУР).

Второй этап включает:

– анализ текущей информации о перемещаемых товарах, транспортных средствах и участниках ВЭД и выявление рисков;

- оценку рисков и целевой отбор объектов для таможенного контроля на основании индикаторов риска;
- применение мер по минимизации риска;
- контроль результатов применения мер по минимизации риска;
- обобщение результатов применения профилей рисков;
- актуализацию (отмену) и уточнение профилей рисков.

Сбор и обработка информации о результатах предыдущих актов таможенного контроля товаров, транспортных средств международной перевозки и участников ВЭД заключается в формировании исходных данных для построения инструментов СУР.

Исходными данными для функционирования СУР являются:

- положения актов законодательства и правовых актов ФТС России;
- сведения, содержащиеся в таможенных, коммерческих, транспортных (перевозочных) и иных документах;
- информация о деятельности лиц, обладающих полномочиями в отношении товаров, находящихся под таможенным контролем;
- результаты осуществления таможенных операций и применения мер по минимизации рисков.

Обнаружение и описание риска заключается в выделении на основе указанных исходных данных рисков событий и их описании.

Определение мер по минимизации рисков и порядка их применения заключается в выборе из общего перечня форм таможенного контроля тех, которые обеспечивают минимизацию выявленного риска и эффективное использование имеющихся ресурсов таможенных органов.

Основными мерами, применяемыми в интересах минимизации рисков, являются:

- проверка документов и сведений;
- таможенный досмотр товаров;
- запрос дополнительных документов и сведений в целях проверки информации, содержащейся в таможенных документах;
- направление запроса декларанту о представлении оригиналов документов и (или) копий документов, заверенных в установленном порядке, подтверждающих сведения, заявленные в декларации на товары, на бумажных носителях (при декларировании товаров в электронной форме);
- таможенный осмотр товаров, транспортных средств международной перевозки и контейнеров с использованием инспекционно-досмотровых комплексов;
- выпуск товаров по согласованию с начальником таможенного поста.

Формирование и утверждение профиля риска заключается в установлении совокупности индикаторов, сигнализирующих о возможности наступления рисков события, определении перечня мер по минимизации риска и порядка их применения, а также документальном оформлении в установленном порядке сформированного профиля риска.

Второй этап процесса управления рисками начинается с анализа текущей информации о перемещаемых товарах, транспортных средствах и участниках ВЭД и установления на ее основе возможности наступления рискованных событий.

Текущая информация о перемещаемых товарах и транспортных средствах международной перевозки включает:

- сведения о текущих условиях совершения сделок на международных рынках товаров и услуг;
- предварительную информацию, переданную в таможенные органы участниками ВЭД в установленном порядке;
- информацию, полученную от таможенных служб иностранных государств, представительств ФТС России за рубежом и федеральных органов исполнительной власти;
- информацию, полученную в рамках оперативно-служебной и информационно-аналитической деятельности правоохранительных подразделений таможенных органов;
- информацию, содержащуюся в документах и сведениях, имеющихся в распоряжении таможенных органов, в том числе в информационных ресурсах ЕАИС таможенных органов.

Оценка рисков и целевой отбор объектов для таможенного контроля заключается в определении уровней рисков товаров, транспортных средств международных перевозок и участников ВЭД и осуществлении на этой основе отбора объектов для проведения дополнительных мероприятий таможенного контроля, направленных на минимизацию рисков.

Применение мер по минимизации риска заключается в реализации установленных для выявленного риска форм таможенного контроля.

Контроль результатов применения мер по минимизации риска заключается в проведении регулярного мониторинга результатов применения профилей риска и соответствующих им форм таможенного контроля.

Обобщение результатов применения профилей рисков заключается в оценке соответствия достигнутых результатов планируемыми и принятии мер по повышению эффективности СУР.

Актуализация и отмена профилей рисков заключаются в принятии решения об их актуальности или отмене. Решение принимается на основе обобщения результатов применения действующих профилей риска.

Процесс управления рисками реализуется на всех уровнях системы управления таможенных органов с учетом имеющихся и делегированных полномочий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управление экономическими системами связано с необходимостью учета рисков, обусловленных действием не зависящих от их менеджмента факторов. Возможность их учета обеспечивается профессионализмом менеджеров. Основу такого профессионализма составляют знания в области экономического риск-менеджмента. Можно с большой долей истины утверждать, что руководитель (менеджер), знающий и умело применяющий методы экономического риск-менеджмента, является более преуспевающим, чем не владеющий этими знаниями и навыками.

На формирование таких знаний и направлена настоящая работа. В ней принята попытка осмысления сущности экономического риска и систематизированного изложения методологических подходов к его учету в экономике.

Дальнейшая задача состоит в расширении методического аппарата учета рисков при управлении конкретными макро- и микроэкономическими системами.

Наряду с этим в работе рассмотрены проблемы управления рисками при таможенном контроле товаров и транспортных средств международной перевозки как специфического направления риск-менеджмента. Осуществлена формализация процесса функционирования системы управления таможенными рисками. Сформированы методологические и методические основы оценивания эффективности управления рисками в таможенных органах Российской Федерации. Полученные при этом результаты являются базовыми теоретическими положениями для разработки методик оценки эффективности функционирования системы управления таможенными рисками.

Список использованных источников

1. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Бойко А.П., Калинина О.В., Карпов В.А., Лобас Е.В.* Введение в экономический риск-менеджмент. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2008.
2. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Липатова Н.Г., Черныш А.Я.* Применение математических методов при проведении диссертационных исследований: учебник. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2011.
3. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Капитоненко В.В.* Экономико-математические методы и модели в мирохозяйственных связях: учебник. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2011.
4. *Шапкин А.С., Шапкин В.А.* Теория риска и моделирование рискованных ситуаций. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2007.
5. *Риккардо Д.* Начала политической экономии и налогового обложения // Антология экономической классики. М.: Эконом, Ключ, 1993.
6. *Смит А.* Исследования о природе и причинах богатства народов // Антология экономической классики. М.: Эконом, Ключ, 1993.
7. *Милль Дж.* Основы политической экономии: в 2 т. М.: Прогресс, 1980.
8. *Боди Зви, Мертон Роберт.* Финансы: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.
9. *Маршалл А.* Принципы экономической науки: в 3 т. М.: Прогресс, 1993.
10. *Найт Ф.* Понятие риска и неопределенности: альманах // теория и история экономических и социальных институтов и систем. М., 1994. Вып. 5. С. 23–24.
11. *Кейнс Дж.* Общая теория занятости, процента и денег. М.: Прогресс, 1991.
12. *Райзберг Б.А.* Предпринимательство и риск. М.: Знание, 1992.
13. *Балабанов И.Т.* Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1996.
14. *Лапуста М.Г., Шаршуква Л.Г.* Риски в предпринимательской деятельности. М.: ИНФРА-М, 1998.
15. *Шоломицкий А.Г.* Теория риска. Выбор при неопределенности и моделирование риска. М.: ГУ ВШЭ, 2005.
16. *Абчук В.А.* Предпримчивость и риск. СПб.: ИПК РП, 1994.
17. *Альгин А.П.* Риск и его роль в общественной жизни. М.: Мысль, 1989.
18. *Гранатуров В.М.* Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения. М.: Дело и сервис, 1999.
19. *Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю.* Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. М.: Финансы и статистика, 1999.
20. *Малашихина Н.Н., Белокрылова О.С.* Риск-менеджмент: учебное пособие. Ростов н/Д: «Феникс», 2004.
21. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б.* Введение в теорию эффективности инвестиционных процессов. М.: МГПУ, 2006.
22. *Босов Д.Б.* Основы управления инвестициями в условиях неопределенности и риска. М.: МГПУ, 2007.

23. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Черныш А.Я., Чечеватов А.В.* Оптимизационные модели и методы в управлении инновационными процессами. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2006.
24. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Капитоненко В.В.* Оптимизационно-адаптивный подход к управлению инвестициями в условиях неопределенности. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2009.
25. *Краснощеков П.С., Петров А.А.* Принципы построения моделей. М.: ВЦ РАН, 2000.
26. *Денисов А.А.* Макроэкономическое управление и моделирование. СПб.: АНБ, 1997.
27. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Оптимизационная модель распределения возобновляемых ресурсов при управлении экономическими системами // Вестник Российской таможенной академии. 2007. № 1. С. 49–54.
28. *Сауренко Т.Н., Анисимов Е.Г.* Методология формализации взаимодействия государств – участников таможенных союзов // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2012. № 3 (39). С. 36–41.
29. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Черныш А.Я.* Эффективность инвестиций. Методологические и методические основы. М.: Военная академия Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации, 2006.
30. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Газизулин Т.Г., Синельников И.В.* Экономико-математические методы и модели в мирохозяйственных связях: курс лекций. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2010. Модуль 2 «Модели платежного баланса».
31. *Черныш А.Я., Анисимов Е.Г.* Концепция построения теории таможенного дела // Вестник Российской таможенной академии. 2009. № 3. С. 5–11.
32. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н.* Модель для формирования оптимальных адаптивных решений при планировании инвестиционных процессов // Экономика и предпринимательство. 2013. № 10 (39). С. 640–642.
33. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б.* Сетевые модели и методы ресурсно-временной оптимизации в управлении инновационными проектами. М.: Изд-во МГПУ, 2006.
34. *Авдеев М.М., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В.* Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами. СПб. Тула: Изд-во Гриф и К (Тула), 2001.
35. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Богоева Е.М.* Формализация процедуры риск-ориентированного подхода при выполнении государственными органами контрольных функций // Вестник Российской таможенной академии. 2014. № 4. С. 96–102.
36. *Хованов Н.В.* Теоретические и математические основы измерения качества. Л.: ЛГУ им. Жданова. 1978.
37. *Колмогоров А.Н.* Общая теория меры и исчисление вероятностей // Труды Коммунистической академии. 1929. Т. 1.
38. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.* Введение в системный анализ: учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1989.
39. *Русакон О.В.* Математическая формализация риска. Аффинная структура процентных ставок: справочно-методическое пособие. СПб.: ОЦЭиМ, 2004.
40. *Алимов Ю.И.* Альтернатива методу математической статистики. М.: Знание, 1980.

41. Тутубалин В.Н. Статистическая обработка рядов наблюдений. М.: Знание, 1973.
42. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей в естествознании. М.: Знание, 1972.
43. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В. Методы оперативно-статистического анализа результатов выборочного контроля качества промышленной продукции. СПб. Тула: Изд-во Гриф и К (Тула), 2001.
44. Липатова Н.Г., Кожевникова В.В., Анисимов Е.Г., Барамзин С.В. Таможенный контроль товаров: запреты и ограничения. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2010.
45. Ведерников Ю.В., Гарькушев А.Ю., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сазыкин А.М. Модели и алгоритмы интеллектуализации автоматизированного управления диверсификацией деятельности промышленного предприятия // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5–6. С. 61–72.
46. Балясников В.В., Ведерников Ю.В., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Модель причинного анализа на основе использования данных об особых ситуациях // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 1–2. С. 31–38.
47. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Коханова Н.М., Малькова А.Л. Выбор структуры производственных функций на основе синтеза безальтернативных статистических гипотез // Вестник Российской таможенной академии. 2008. № 4. С. 74–79.
48. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Бойко А.П. Метод обоснования применимости производственных функций с эластичностью замещения к анализу экономических процессов // Вестник Российской таможенной академии. 2008. № 2. С. 106–110.
49. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Метод решения одного класса задач целочисленного программирования // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1989. Т. 29. № 10. С. 1586–1590.
50. Алексеев О.Г., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Применение двойственности для повышения эффективности метода ветвей и границ при решении задачи о ранце // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1985. Т. 25. № 11. С. 1666–1673.
51. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Алгоритм ресурсно-временной оптимизации выполнения комплекса взаимосвязанных работ // Вестник Российской таможенной академии. 2013. № 1. С. 80–87.
52. Шаланина Н.А., Анисимов Е.Г. Минимизация стоимости потерь при перемещении через таможенную границу Российской Федерации товаров группы риска // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. Экономика. 2009. № 3. С. 136–140.
53. Алексеев А.О., Алексеев О.Г., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ячкула Н.И. Применение цепей Маркова к оценке вычислительной сложности симплексного метода // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 1988. № 3. С. 59–63.
54. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ботвин. Г.А. Инвестиционный анализ в условиях неопределенности. СПб. 2006.
55. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б. Математические модели и методы управления инновационными проектами. М.: Изд-во института современной экономики, 2009.

56. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Богоева Е.М., Сауренко Т.Н., Гарькушев А.Ю.* Методологические основы построения показателей эффективности контрольной деятельности органов государственной власти // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 3–4. С. 17–20.
57. Модуль 4 «Система права и ее формирование» / Теория государства и права // под ред. канд. юрид. наук, д-ра пед. наук, проф. Г.П. Давыдова, д-ра ист. наук, проф. А.И. Василенко. М., 2005. С. 31.
58. *Кожуханов Н.М.* Теория государства и права: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки учащихся. Воскресенск: Позитив, 2011. С. 64–70.
59. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Быстров А.Г., Лобас Е.В.* Метод оценивания обоснованности управленческих решений // Вестник Российской таможенной академии. 2008. № 2. С. 103–106.
60. *Черныш А.Я., Анисимов Е.Г., Багмет Н.П., Глазунова И.В., Михайленко Т.Д.* Основы научных исследований: учебник. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2011.
61. *Тебекин А.В.* Методы принятия управленческих решений: учебник для академического бакалавриата. М.: Изд-во ЮРАЙТ, 2015.
62. *Ильин И.В., Анисифоров А.Б.* Основные аспекты организации информационного сопровождения деятельности кластеров предприятий // Экономика и управление. 2010. № 12. С. 128–131.
63. *Ильин И.В., Лемякин Е.Д.* Использование реальных опционов при моделировании и оценке экономической динамики предприятия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2007. № 3–1 (51). С. 121–126.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Сущность экономического риск-менеджмента	4
1.1. Сущность менеджмента	4
1.2. Концепция экономического риска и понятие риск-менеджмента	9
1.3. Особенности экономических систем, обуславливающие возникновение рисков	15
2. Классификация экономических рисков и общая характеристика методов управления с их учетом	17
2.1. Классификация рисков	17
2.1.1. Классификация макроэкономических рисков	18
2.1.2. Классификация микроэкономических рисков	23
2.2. Процедура учета рисков при управлении экономическими системами	32
2.3. Классификация потерь в результате реализации рисков	36
2.4. Общая характеристика методов управления с учетом рисков	37
2.5. Схемы оценки рисков в условиях неопределенности	42
2.5.1. Матрицы последствий и матрицы рисков	42
2.5.2. Анализ связанной группы решений в условиях полной неопределенности	43
2.5.3. Анализ связанной группы решений в условиях частичной неопределенности	45
2.5.4. Оптимальность по Парето двухкритериальных финансовых операций в условиях неопределенности	47
3. Методологические основы измерения рисков и оценивания их последствий	50
3.1. Шкалы для измерения рисков и их последствий	50
3.1.1. Шкала наименований	51
3.1.2. Порядковые шкалы	52
3.1.3. Интервальные шкалы	53
3.1.4. Шкалы отношений	54
3.1.5. Абсолютная шкала	54
3.1.6. Вероятностная шкала	55

3.2.	Сравнительная характеристика измерительных шкал	61
3.3.	Измерение экономических рисков в вероятностной шкале	64
3.3.1.	Природа стохастичности экономических процессов	64
3.3.2.	Общая стохастическая формализация экономических рисков	67
4.	Элементарные модели экономических рисков	72
4.1.	Модели рисков с катастрофическими последствиями	72
4.1.1.	Модели чисто случайных рисков	72
4.1.2.	Модель, учитывающая противодействие функционированию экономической системы	74
4.2.	Модели чистых рисков	76
4.3.	Модели спекулятивных рисков	77
4.4.	Взаимосвязь рыночного равновесия и спекулятивных рисков	79
4.5.	Риск в финансовых моделях	80
5.	Игровые модели в управлении рисками	84
5.1.	Сущность и классификация игровых моделей	84
5.2.	Решение матричных игр в чистых стратегиях	86
5.3.	Решение матричных игр в смешанных стратегиях	89
5.4.	Порядок построения и решения матричных игровых моделей	92
5.5.	Графический метод решения матричных игр	98
5.6.	Сведение игровой модели к задаче линейного программирования	101
5.7.	Элементы теории игр с природой	105
5.8.	Бесконечные антагонистические игры	108
5.8.1.	Понятие и основные теоремы бесконечных антагонистических игр	108
5.8.2.	Бесконечные антагонистические игры с выпуклой целевой функцией	112
6.	Концептуальные и методологические основы управления рисками при таможенном контроле	117
6.1.	Сущность и формализованное представление управления рисками при таможенном контроле	117
6.2.	Методологические основы формирования системы показателей эффективности управления рисками при таможенном контроле	125
7.	Методические основы оценки степени соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы Российской Федерации	131

7.1. Общая характеристика возможных нарушений законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы Российской Федерации.....	131
7.2. Методика оценки степени соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы.....	137
7.3. Методика оценки результативности функционирования системы управления рисками и текущей степени соблюдения участниками внешнеэкономической деятельности законодательства.....	140
8. Методические основы оценки латентного эффекта функционирования системы управления рисками.....	146
8.1. Методика оценки латентного эффекта функционирования системы управления рисками в части соблюдения законодательства, контроль исполнения которого возложен на таможенные органы.....	146
8.2. Методика оценки латентного эффекта применения системы управления рисками при определении платежей, дополнительно взысканных по результатам применения мер по минимизации рисков.....	150
9. Организационные основы управления рисками в таможенных органах Российской Федерации.....	160
9.1. Система управления таможенными рисками.....	160
9.2. Принципы формирования и функционирования информационной подсистемы системы управления таможенными рисками и требования к ней.....	165
9.3. Основы планирования и система отчетности при управлении таможенными рисками.....	166
9.4. Полномочия Федеральной таможенной службы по организации функционирования системы управления рисками.....	167
9.5. Общая характеристика процесса функционирования системы управления таможенными рисками.....	168
Заключение.....	172
Список использованных источников.....	173

Научное издание

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ТАМОЖЕННЫЙ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ

Монография

Авторский коллектив:

Владимир Георгиевич Анисимов
Евгений Георгиевич Анисимов
Радик Фанавеевич Арсланов
Анна Петровна Арсланова
Екатерина Михайловна Богоева
Вячеслав Иванович Голоскоков
Надежда Григорьевна Липатова
Владимир Васильевич Попов
Татьяна Николаевна Сауренко
Алексей Васильевич Тебекин

Редактор
П.Б. Скойбеда

Макетирование и верстка
Е.В. Лифановой

Дизайн обложки
Е.А. Аносовой

Подписано в печать 20.11.2015 г.
Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 14,62.
Тираж 500 экз. (1-й завод – 1–70 экз.)
Изд. № 217. Заказ № 336.

РИО Российской таможенной академии,
140009, г. Люберцы Московской обл.,
Комсомольский пр., 4.