

Раздел 3. Финансы организации.

Вопрос 2. Принятие управленческих решений в условиях неопределённости и риска.

Концепции определенности, риска и неопределенности среды.

Финансовые менеджеры, по возможности, пытаются учитывать риск в своей работе. При этом появляются различные варианты поведения, а значит, и типы менеджера в зависимости от склонности к риску. Однако ключевая идея, которой руководствуется менеджер, заключается в следующем: требуемая (или ожидаемая) доходность и риск изменяются в одном направлении, т.е. пропорционально друг другу.

В целом любой инвестор, принимая решение об инвестиции, должен руководствоваться «схемой компромисса», представленной на рис. 1.

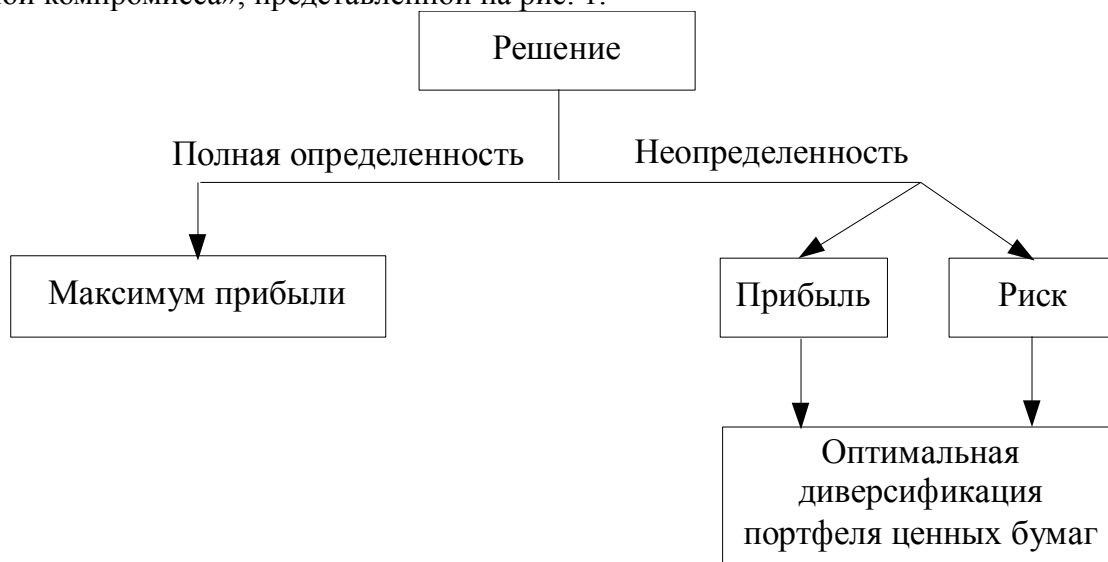


Рис. 1. Место риска в экономической деятельности

Проблема неопределенности возникает в результате взаимодействия множества причин внутреннего и внешнего характера, к числу которых могут быть отнесены невозможность точно описать закономерности, цели и условия развития больших реальных систем, объектов и явлений, невозможность точно задать исходную информацию, используемую при исследованиях, и т.д.

К числу наиболее существенных видов неопределенностей и инвестиционных рисков можно отнести:

- 1) риск, связанный с нестабильностью экономического законодательства и текущей экономической ситуации, условий инвестирования и использования прибыли;
- 2) внешнеэкономический риск (возможность введения ограничений на торговлю и поставки, закрытие границ и т.д.);
- 3) неопределенность политической ситуации, риск неблагоприятных социально-политических изменений в стране или в регионе;
- 4) неполнота и неточность информации о динамике технико-экономических показателей, параметрах новой техники и технологий;
- 5) колебания рыночной конъюнктуры, цен, валютных ресурсов и т.д.;
- 6) неопределенность природно-климатических условий, угроза стихийных бедствий;
- 7) производственно-технологический риск (аварии и отказы оборудования и т.д.);
- 8) неопределенность целей, интересов, финансового положения и поведения участников проекта (возможность неплатежей, банкротств, срыва договорных обязательств и т.д.).

В зависимости от вида этих причин принято различать три типа неопределенности:

- 1) вероятностную;
- 2) эпистемологическую;
- 3) полную.

При вероятностной неопределенности (в качестве подкласса к ней может быть отнесена и статистическая неопределенность) каждый исход имеет некоторую вероятность наступления, причем предполагается, что эти вероятности известны. Можно считать, что вероятностная неопределенность задается «поведением» самого объекта исследования, поскольку субъект здесь выступает лишь как «наблюдатель».

Эпистемологическая неопределенность представляет собой неопределенность более сложного типа. Она создается уже не только одним «поведением» объекта, но и неконтролируемой или не полностью контролируемой деятельностью исследователя.

Полная неопределенность характеризуется отсутствием всякой информации как о состоянии объекта исследования, так и о намерениях или деятельности исследователя.

В экономической литературе часто понятия «риск» и «неопределенность» отождествляются

Для реализации систем управления проектами широко применяются экономико-математические, экономико-статистические методы и модели, которые описывают причинно-следственные связи анализируемых факторов, влияющих на принятие решений.

Задачи анализа и оценки рисков экономической деятельности.

Управление риском базируется на анализе рисков ситуации, разработке и обосновании управленческого решения нередко в форме правового акта, направленного на минимизацию риска.

Анализ рисков экономической деятельности – это:

- 1) процесс комплексной оценки защищенности экономической системы с переходом к количественным или качественным показателям рисков;
- 2) процедуры выявления факторов рисков и оценки их значимости, по сути, анализ вероятности того, что произойдут определенные нежелательные события и отрицательно повлияют на достижение целей проекта.

Назначение анализа рисков - дать потенциальным партнерам необходимые данные для принятия решений о целесообразности участия в проекте и выработки мер по защите от возможных финансовых потерь. Анализ рисков включает оценку рисков и методы снижения рисков или уменьшения связанных с ним неблагоприятных последствий.

На выходе алгоритма анализа риска можно получить либо количественную оценку рисков (риск измеряется в деньгах), либо - качественную (уровни риска; обычно: высокий, средний, низкий).

Оценка рисков - это определение количественным или качественным способом величины (степени) рисков. Следует различать качественную и количественную оценку предпринимательского рисков. Оценка рисков производится с помощью различных инструментальных средств, а также методов моделирования процессов защиты информации. На основании результатов анализа выявляются наиболее высокие риски, переводящие потенциальную угрозу в разряд опасных и потому требующих принятия дополнительных защитных мер. Как правило, для каждой подобной угрозы существует несколько решений по ее нейтрализации. При оценке их стоимости и эффективности следует учитывать не только расходы на закупку оборудования и программных средств, но и такие обстоятельства, как стоимость обучения персонала для работы с ним, совместимость с программным обеспечением и т. д.

Взаимосвязь оценки риска и управления риском показаны на рис. 2.

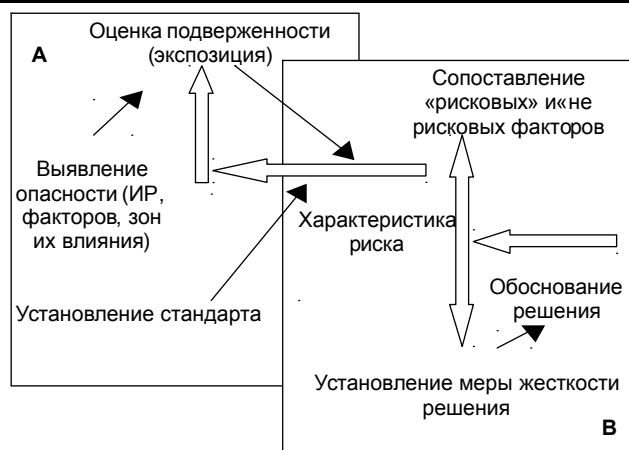


Рис. 2. Взаимосвязь оценки риска и управления риском:

А – область оценки риска;

В – область управления риском; → – прямые связи между элементами оценки и управления;
⇒ – обратные связи обоснования решения с другими элементами

Первый элемент оценки риска – выявление опасности, установление источников и факторов риска, а также объектов их потенциального воздействия, основные формы такого взаимодействия.

Второй элемент оценки риска – определение подверженности, т.е. реального воздействия, фактора риска на человека и экономическую среду.

Третий элемент оценки риска связан с анализом воздействия факторов риска на население и экономическую среду, определение устойчивости функционирования человека и экономической системы к воздействию определенного дестабилизирующего фактора внешней среды окружения.

Четвертый, заключительный элемент оценки риска – полная характеристика риска с использованием качественных и количественных параметров. Заключительная фаза модели оценки риска одновременно является первым звеном процедуры управления этим риском¹.

Анализ рисков можно подразделить на два взаимно дополняющих друг друга вида: качественный и количественный. Качественный анализ имеет целью определить (идентифицировать) факторы, области и виды рисков. Количественный анализ рисков должен дать возможность численно определить размеры отдельных рисков и риска проекта в целом.

Цель анализа риска реализации угроз заключается в выборе оптимального варианта защиты по критерию «эффективность/стоимость».

В качестве примера покажем, как осуществляется управление рисками по факторам (табл. 1).

Таблица 1. Управление рисками по факторам²

¹ Герасимов К.Б. Экономическая безопасность: учеб. пособие / К.Б. Герасимов, Г.Ф. Несолонов. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 80 с.

² Копейкин Г.К., Лапина Н. А. Экономическая безопасность предприятия: обучение персонала // Защита информации. Конфидент. 2004. № 3. С. 44-49.

Виды риска	Необходимые действия
Риски, связанные с партнерами	Проверка регистрационных данных, направлений деятельности, деловой репутации, финансового состояния, истории компании, обслуживающего банка
Конкурентные риски	Положение на рынке (сегмент), конкурентные преимущества, деловая репутация, мощности
Риски, связанные с персоналом	Проверка надежности и лояльности сотрудников, выявление скрытых мотивов поведения
Недостаток информации о рынке	Маркетинговые исследования, информационный мониторинг
Наличие криминала	Разработка концепции безопасности, сотрудничество с надежными охранными фирмами, юридическая защита

Завершив процедуру выявления и оптимизации рисков, проверяющие дают рекомендации по оптимизации и предотвращению рисков. Результаты данной процедуры можно оформить в виде заключения (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ по результатам анализа _____ (наименование объекта)				
№ п/п	Событие возникновения риска	Идентификация источников возникновения рисков	Рекомендации	Примечания
1				
2				
Должность Дата		Подпись	Расшифровка подписи	

Рис. 3. Заключение по результатам анализа риска

Результаты анализа экономической безопасности могут быть представлены в виде аналитического отчета (справки или заключения). Отчет должен отражать результаты анализа об использовании ресурсов, продажах, конкурентоспособности продукции, рынках сбыта продукции, затратах, прибыли, ликвидности. Необходимо также указать тенденции развития предприятия, прогнозные риски, а также сильные и слабые стороны в управлении рисками. Важно в итоговом аналитическом документе показать перспективы развития предприятия.

Количественная оценка рисков.

Количественная оценка рисков определяется через³:

а) вероятность того, что полученный результат окажется меньше требуемого значения (намечаемого, планируемого, прогнозируемого);

б) произведение ожидаемого ущерба на вероятность того, что этот ущерб произойдет.

Математический аппарат анализа рисков опирается на методы теории вероятностей, что обусловлено вероятностным характером неопределенности и рисков. Задачи анализа рисков разделяются на три типа⁴:

- прямые, в которых оценка уровня рисков происходит на основании априори известной вероятностной информации;

- обратные, когда задается приемлемый уровень рисков и определяются значения (диапазон значений) исходных параметров с учетом устанавливаемых ограничений на один или несколько варьируемых исходных параметров;

- задачи исследования чувствительности, устойчивости результативных, критериальных показателей по отношению к варьированию исходных параметров (распределению вероятностей, областей изменения тех или иных величин и т.п.). Это необходимо в связи с неизбежной неточностью исходной информации и отражает степень достоверности полученных при анализе проектных рисков результатов.

Анализ проектных рисков производится на основе математических моделей принятия решений и поведения проекта, основными из которых являются⁵:

- стохастические (вероятностные) модели;

- лингвистические (описательные) модели;

- нестохастические (игровые, поведенческие) модели.

Вероятностные методы основываются на знании количественных характеристик рисков, сопровождающих реализацию аналогичных проектов, и учете специфики отрасли, политической и экономической ситуации. В рамках вероятностных методов можно проанализировать и оценить отдельные виды инвестиционных рисков. В то же время два других метода - определение критических точек и анализ чувствительности - дают лишь общее представление об устойчивости проекта к изменениям заложенных в него параметров.

Риск, связанный с проектом, характеризуется тремя факторами:

- 1) событие, связанное с риском;

- 2) вероятность рисков;

- 3) сумма, подвергаемая риску.

Чтобы количественно оценить риски, необходимо знать все возможные последствия принимаемого решения и вероятность последствий этого решения. Выделяют два метода определения вероятности⁶:

- 1) Объективный метод определения вероятности основан на вычислении частоты, с которой происходят некоторые события. Частота при этом рассчитывается на основе фактических данных. Так, например, частота возникновения некоторого уровня потерь А в процессе реализации инвестиционного проекта может быть рассчитаны по формуле:

$$f(A) = \frac{n(A)}{n}, \quad (1)$$

где f - частота возникновения некоторого уровня потерь;

n(A) - число случаев наступления этого уровня потерь;

³ Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. - М.: Дело, 2007. - С. 29.

⁴ Кошечкин С.А. Методы количественного анализа риска инвестиционных проектов. - М.: МИЭПМ ННГАСУ, 2007. - С. 8.

⁵ Хохлов Н.В. Управление риском. - М.: ЮНИТИ, 2007. - С. 31.

⁶ Есипов В.Е., Маховикова Г.А., Терехова В.В. Оценка бизнеса. - СПб.: Питер, 2007. - С. 26.

n - общее число случаев в статистической выборке, включающее как успешно осуществленные, так и неудавшиеся инвестиционные проекты.

При вероятностных оценках рисков в случае отсутствия достаточного объема информации для вычисления частот используются показатели субъективной вероятности, т. е. экспертные оценки.

2) Субъективная вероятность является предположением относительно определенного результата, основывающемся на суждении или личном опыте оценивающего, а не на частоте, с которой подобный результат был получен в аналогичных условиях.

Важными понятиями, применяющимися в вероятностном анализе рисков являются понятия альтернативы, состояния среды, исхода.

Альтернатива - это последовательность действий, направленных на решение некоторой проблемы. Примеры альтернатив: приобретать или не приобретать новое оборудование, решение о том, какой из двух станков, различающихся по характеристикам, следует приобрести; следует ли внедрять в производство новый продукт и т. д.

Состояние среды - ситуация, на которую лицо, принимающее решение (в нашем случае - инвестор), не может оказывать влияние (например, благоприятный или неблагоприятный рынок, климатические условия и т. д.).

Исходы (возможные события) возникают в случае, когда альтернатива реализуется в определенном состоянии среды. Это некая количественная оценка, показывающая последствия определенной альтернативы при определенном состоянии среды (например, величина прибыли, величина урожая и т. д.).⁷

Особое внимание должно уделяться учету риска при реализации альтернативных вариантов инвестирования.

Учет в стратегических планах ожидаемых рисков особых затруднений не вызывает. Предсказать же и учесть в планах неожиданные риски крайне сложно. Также надо принимать во внимание, что некоторые неожиданные явления, нарушая стабильность функционирования рынка в целом, по-разному влияют на положение отдельных фирм. Учет риска при разработке стратегических планов необходимо производить в два этапа:

- на первом этапе осуществляется систематизация рисков, т.е. отбираются факторы, неопределенность в оценке которых может существенно повлиять на денежные потоки инвестиционного проекта;

- на втором этапе анализируется «концентрация рисков», т.е. степень подверженности хозяйственной системы фирмы воздействию отобранных факторов.

Такой подход позволяет установить связь между стоимостью фирмы и уровнем риска от воздействия факторов, способных существенно повлиять на денежные потоки фирмы.

Для учета риска при стратегическом планировании удобно использовать следующую диаграмму (рис. 4).

⁷ Лебедь Н.П., Мендрул О.Г. Практическое пособие по экспертной оценке предприятий. - К.: Эксперт-Л, 2007. - С. 44.

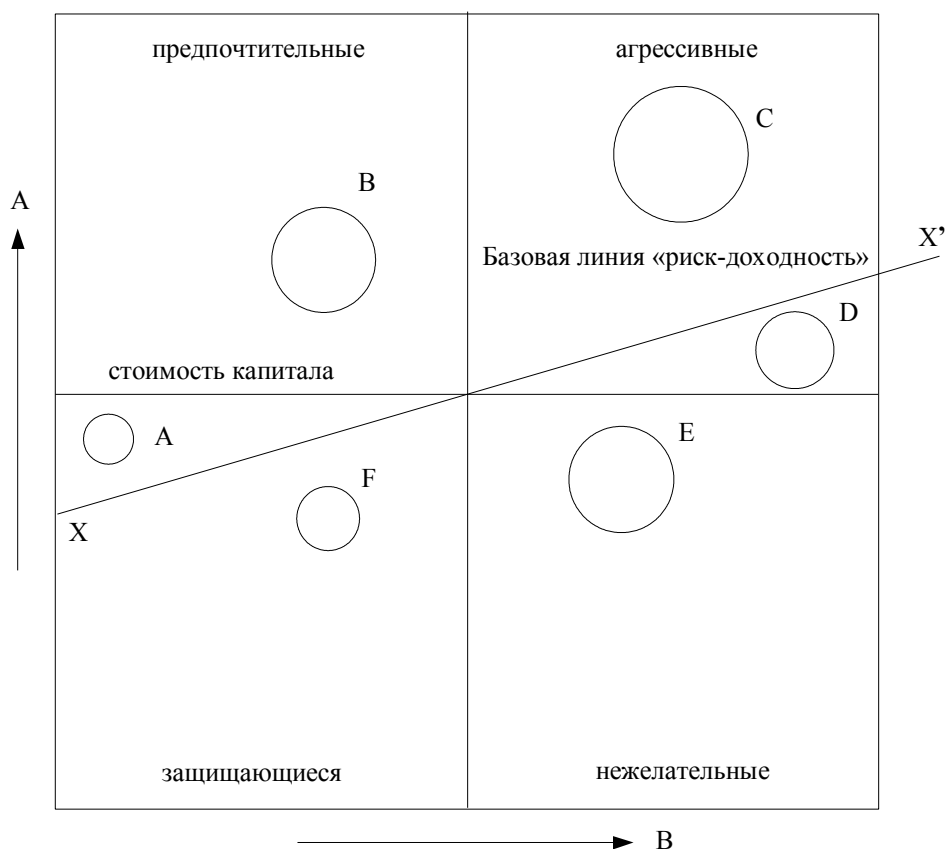


Рис. 4. Учет уровня риска при стратегическом планировании:

- Ось А - норма доходности;
- Ось В - дисперсия ожидаемых денежных потоков (уровень риска);
- размер инвестиционных возможностей.

Линия XX' на диаграмме рис. 4 характеризует отношение фирмы к риску. Она называется «базовой линией риск-доходность» и по смыслу аналогична линии стоимости капитала в модели CAPM. Из приведенных на диаграмме рис. 4 вариантов инвестиционных проектов следует принять А,В и С, а проекты D,E,F должны быть отклонены.

Статистические методы оценки риска.

Наиболее распространенные в настоящее время методы оценки рисков основаны на определении чувствительности целевых показателей к изменению факторов риска и изменчивости этих факторов риска. Теоретически все виды рисков могут оцениваться с помощью расчета популярных показателей возможных потерь: Value-at-Risk (VaR), условный - conditional - VaR (cVaR), стресс-тестирование и т.п. VaR показывает величину, которую не превысят потери под воздействием рисков за определенный период с данной вероятностью. Например, недельный 95% VaR, равный 1 млн руб., означает, что за пять рабочих (торговых) дней потери под воздействием рисков не превысят 1 млн руб. с вероятностью 95%.

Можно выделить несколько факторов влияющих на эффективность методов оценки рисков:

- Изменение критериев и целей риск-менеджмента. В условиях кризиса оптимизация соотношения рисков и доходности конвертируется в необходимость сохранить компанию (и потенциал ее развития) в условиях дефицита средств и цейтнота.
- Открытие новых стратегических возможностей. Например, возможность поглощения конкурентов, требующая вероятного пересмотра отношения к риску.

- Невозможность полноценного использования методов VaR, которые основаны на отсутствии скачков параметров вероятностных процессов.
- Как правило, изменение (рост) корреляции доходностей активов и снижение эффекта диверсификации. Например, акции с различной динамикой цен до кризиса начинают синхронно падать в цене.
- Еще более тесное взаимовлияние различных рисков, например, очень быстрое отражение роста кредитного риска в росте рисков ликвидности и других рыночных рисков, и наоборот.
- Как правило, есть новизна в воздействии кризиса на компанию, отличающего его от предыдущих кризисов. Это связано с новыми условиями в экономике, отрасли, компании.
- Дефицит средств и цейтнот в условиях кризиса, отражающийся и на ресурсах риск-менеджмента.
- Взрывной рост ценности информации в условиях кризиса (в том числе утечки информации).
- Особенно высокую роль в условиях кризисов играет человеческий фактор и человеческая надежность.

Стресс-тестирование - это анализ распределения потерь или прироста интересующих критериев (стоимость, доходность и др.) по прямой полной оценке объекта риска (портфеля, бизнеса и т.п.) при различных сценариях стресса. Для построения сценариев стресса обычно используют аналогичные сценарии в прошлом, изобретаются сценарии развития в будущем, оцениваются наблюдавшиеся превышения ожидаемых величин потерь. Среди популярнейших сценариев экономического кризиса - аналоги воздействия кризисов 1993, 1998, 2002-2003 годов, последствия теракта 11 сентября 2001 года, сценарии движения курсов валют, цены на нефть, процентных ставок. Одним из тяжелейших сценариев является сценарий «тяжелого приземления» экономики Китая.

Актуальные сценарии операционных рисков включают следующие риски:

- потеря ключевых менеджеров и квалифицированного персонала;
- упущение стратегических возможностей кризиса (захват новых рынков и привлечение высококвалифицированного персонала);
- необдуманные слияния и поглощения;
- спешная реализация активов для покрытия кассовых разрывов;
- потеря поставщиков, клиентов и других партнеров; рейдерский захват, потеря бизнеса и т. д.

Результаты стресс-тестирования применяются при планировании непрерывности бизнеса.

Прогнозирование кризисов. Важным инструментом является использование методик прогнозирования кризисов, в том числе на основе теории глобального риск-фактора. Эта теория позволяет формировать сценарии стрессов и прогнозировать тенденции роста или снижения операционных, кредитных и рыночных рисков на основе учета влияния человеческого фактора. Например, развивающийся сейчас кризис, согласно текущим прогнозам этой теории, сменится периодом снижения рисков и экономического подъема в 2011-2016 годы.

Показатель cVaR (и его аналог ShortFall) характеризует среднюю величину катастрофических потерь и условно может применяться для прогнозирования убытков наряду с показателями стресс-тестирования. Основное место методов вероятностной математики в период кризиса занимает, как правило, теория экстремальных значений. Из других методов математического аппарата важно отметить теорию хаоса и смежные теории. cVaR показывает величину ожидаемых потерь в случае, если они превышают VaR. Продолжая предыдущий пример, недельный cVaR, равный 3,5 млн руб., означает, что если потери превысят VaR (в данном случае - если потери больше 1 млн руб.), то в среднем они

составят, например, 3,5 млн руб. за неделю. Стресс-тестирование показывает, сколько составят потери в случае реализации сценариев стресса (рыночного шока или сбоев бизнес-процессов и т.д.). Например, потери в случае скачка обменного курса на 10% составят 10 млн руб.

Чувствительность для рыночных рисков часто оценивается с помощью тех или иных показателей эластичности (например, дюрация - эластичность стоимости по процентной ставке) или так называемых «греческих» показателей: дельта, гамма, вега, ро, тета, скорость, особенность, очарование и др. «Греческие» показатели названы так по происхождению большинства их названий от букв греческого алфавита. Некоторые показатели характеризуют удельный прирост того или иного параметра на единицу изменения того или иного риск-фактора. Например, удельный прирост цены опциона при изменении цены базового актива (дельта) или скорость такого изменения (гамма). Название некоторых показателей происходит из квантовой физики (очарование и др.). Изменчивость измеряется подразумеваемой, исторической или экспоненциально взвешенной исторической волатильностью с учетом корреляций между риск-факторами.

Систематические и индивидуальный риски (беты и альфа) в составе волатильности могут быть выделены с помощью регрессионного анализа. Факторные нагрузки - коэффициенты систематических рисков, беты - характеризуют вклад фактора (системы) или нескольких факторов в волатильность, например вклад волатильности рынка (фондового индекса) или цены на нефть или обменного курса в волатильность акции. Остаточный, необъясненный факторами риск - это индивидуальный риск, альфа.

При оценке кредитных рисков, как правило, используются матрицы миграций кредитных рейтингов, включая частоты дефолтов, уровни восстановления и величину потерь в случае дефолта, кредитные спреды, расстояние до точки дефолта и т.п.

Для оценки операционных рисков VaR может рассчитываться «снизу» - по деревьям штатного и нештатных сценариев завершения бизнес-процессов или «сверху» - как остаточный уровень VaR, необъясненный рыночными и кредитными рисками. Также можно применить методы самооценки, риск-аудита и рейтинговых оценок, анализа истории (статистики) потерь, определения ключевых показателей риска (Key Risk Indicators, KRI). Самооценка подразумевает ответы на вопросы анкет о рисках самих владельцев рисков, то есть персонал каждого подразделения описывает риски на своих участках работы путем собственной оценки.

Риск-аудит может проводиться внутренними и внешними оценщиками, например сюрвейерами, перед заключением договора страхования. По его итогам оценка риска может быть выражена в виде рейтинга. Ключевые показатели риска (KRI) - это показатели, характеризующие концентрацию рисков, в том числе накопившиеся негативные события в бизнес-процессах и т.п. Например, отклонение (невыполнение) плана по тем или иным целевым показателям деятельности (KPI) может служить в качестве KRI. Или количество (либо доля в общей массе событий) отказов, аварий, задержек, несчастных случаев, производственного брака, судебных исков, негативных публикаций в прессе и пр. за период. Иногда это и контроли рисков (например, количество нарушений лимитов).

Самая большая сложность в применении математических методов оценки рисков - получение исходных данных для расчетов - статистических, исторических. Какой бы совершенный метод оценки ни применялся, как известно, если загрузить мусор на входе - мусор получится и на выходе. GIGO (от англ. «Garbage In, Garbage Out» - «Мусор на входе - мусор на выходе») - принцип, означающий, что при неверных входных данных будут получены неверные результаты. В России и других странах СНГ не существует подробной статистики дефолтов, а кредитные бюро недостаточно эффективны. Сбор отраслевой статистики затруднен инфантильной позицией участников рынка. Например, отечественные банки признают потребность в создании базы статистики операционных рисков, аналогичной

базам данных западных банков (например, OpVantage), но при этом «жадничают», «расходятся по углам», не желая делиться имеющимися данными, и ждут добровольно-принудительной инициативы от Банка России или общественных организаций. Большинство заемщиков и активов не представлены в котировках ликвидных активов на организованных рынках, что затрудняет оценку их подразумеваемых параметров (подразумеваемой волатильности и т.п.). Анализ западной статистики необходимо производить очень аккуратно. Например, в России и на Западе различное по объему влияние на результаты деятельности компаний оказывают риски дискриминации и нарушения трудового законодательства. И статистика по этим видам операционного риска не сопоставима. Ошибочно непосредственное использование для российских данных в качестве основы расчетов устаревших статистических моделей, разработанных для других стран (например, коэффициентов модели Z-score Альтмана для оценки кредитных рисков). Наиболее известная пятифакторная модель Z-score («подсчета очков Z») Альтмана построена методом множественного дискриминантного анализа в 1960-е годы на основе анализа состояния 66 фирм, котирувавшихся на биржевом рынке США. Прогноз банкротства через один год с точностью 95% осуществляется путем расчета индекса Z. Этот индекс - сумма факторов, взвешенных рассчитанными Альтманом коэффициентами. Является ли вероятность банкротства через год высокой, очень высокой, низкой или очень низкой, зависит от диапазона, в который попадает значение индекса. В качестве факторов выступают отношения к сумме активов компании таких величин, как оборотный капитал, нераспределенная прибыль, операционная прибыль до вычета процентов и налогов, рыночная капитализация и объем продаж.

Трудности в применении количественных методов анализа риска связаны с недостатками развития теории и практики риск-менеджмента. Можно отметить следующие ключевые проблемы теории:

- в современной картине мира подчеркивается случайная природа риска, тогда как значительная часть рисков имеет хаотический, а не случайный характер. Хаос - строгое математическое понятие. Детерминированный хаос наблюдается в системе, когда даже малые изменения входных данных приводят к непредсказуемому разбросу выходных данных, графики которых внешне могут быть неотличимы от случайных траекторий. Недетерминированный хаос сочетает в себе хаотичность и случайность. На финансовых рынках наблюдаются хаотические процессы. Кроме того, игнорируется взаимосвязь рисков и общность их природы. Например, отсутствие связи рыночных и кредитных рисков с операционными рисками - одно из самых глубоких заблуждений представления о рисках;

- слабо развит математический аппарат, предназначенный для выявления связей, корреляции и, следовательно, диверсификации портфеля. За исключением корреляции и коинтеграции, сфера применимости которых весьма ограничена, остальные меры зависимости нелинейно связанных величин либо не разработаны, либо малоизвестны. Риск-менеджмент основывается лишь на современных концепциях. Например, гипотетически модель реальных опционов могла бы в будущем вытеснить из практики общепринятую сейчас концепцию дисконтирования денежных потоков (ведь иногда опционные премии могут оказаться более значительными, чем текущая стоимость без учета опционов, и они могут даже изменить знак итогового результата расчета эффективности проектов и стоимости активов.);

- господствующая в наши дни необернуллианская школа практически ориентируется на дисперсию как показатель изменчивости факторов риска. Этот подход неявно подразумевает ориентацию на ожидаемое значение квадратичной функции полезности фон Неймана - Моргенштерна, тогда как парадокс Мориса Алле показал, что подобные теории не описывают полноценно предпочтения по риску. Иначе говоря, сегодня почти весь риск-менеджмент

построен на дисперсии, а этот показатель не отражает реальных предпочтений людей и является лишь очень грубой их моделью;

- «классический» западный риск-менеджмент не вписывается в иные культурные контексты. Например, исламское право и страхование запрещают спекулятивный риск и процент, социалистическая экономика сталкивается с рисками дефицита, в индусском праве имеет место неограниченная срочность долга и ограничение суммы процентов и т.д.

В эконометрике широко применяется математическое описание предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР - например, конкретного человека) с помощью аппарата функции полезности (имеется в виду предпочтительность, полезность для ЛПР того или иного количества денег, выигрыша или иного блага). Теория ожидаемой полезности Бернулли заключается в том, что ЛПР оценивают возможные выигрыши (или проигрыши) в условиях неопределенности исходя из их ожидаемой полезности. Дж. фон Нейман и О. Morgenштерн рассмотрели квадратичную функцию полезности, ожидаемое значение которой определяется ожидаемым значением выигрыша и его дисперсией.

Перечисленные проблемы теории управления рисками ведут к проблемам на практике, среди которых:

- разнородность стандартов. Например, стандарты FERMA или проекты ISO 31000 или COSO (в отличие от Базель-II) не оперируют традиционными показателями риска (волатильность, VaR) и односторонне трактуют риск как потери;

- риски рассматриваются изолированно, нет целостной картины угроз и возможностей бизнеса. Не прослеживается корреляция различных рисков и не оценивается вклад риск-менеджмента в стоимость бизнеса;

- VaR: дороговизна «оценок сверху». Резервирование капитала под риск с таким чрезмерным запасом, как 95 или 99%, приводит к огромной упущенной прибыли, и любая модельная ошибка также дорого стоит;

- стихийность KRI. Нет строгого алгоритма выбора или построения KRI в каждом конкретном бизнес-процессе, индивидуальность решений в каждой отрасли и даже на конкретных предприятиях;

- не используется финансовая математика в управлении операционными рисками за исключением актуарных и аналогичных им расчетов;

- упрощенный подход к выявлению риск-аппетита и согласованию интересов сводится к примитивным инвестиционным декларациям, процедурам непосредственного утверждения лимитов и приоритизации рисков, при которых искажаются или не учитываются предпочтения по риску собственников и др.;

- создание систем управления рисками подменяется выполнением требований регуляторов (так называемые SOX-проекты по внедрению стандартов COSO и выполнению требований статьи 404 закона Сарбейнса - Оксли, проекты по внедрению Базель I и Базель II и т.п.);

- частые затруднения в распределении функций между подразделениями риск-менеджмента, внутреннего контроля, внутреннего аудита и др.

Предположительно риск-менеджмент ожидают следующие направления развития:

- взрывной рост информации о конъюнктуре, возможно, приведет к концентрации на риск-менеджменте «сверху» и отказу от детального риск-анализа бизнес-процессов низшего и среднего уровня (кроме самооценки и выборочного риск-аудита);

- индивидуализация риск-менеджмента: влияние психологии лиц, принимающих решения (ЛПР), станет более явным, будет создан интерфейс «от клавиатуры к мыши»;

- проявится влияние этнокультурного контекста (например, исламского права);

- в риск-менеджменте будут применяться «квантовые» финансы и экономическая физика;

- все большее количество специалистов начнет действовать, исходя из понимания того, что риск - это принципиальная невычислимость и в меньшей степени - стохастическая проблема;
- возникнет новая волна развития синергетического подхода, смежных дисциплин (теории хаоса и теории катастроф) в риск-менеджменте;
- продолжится развитие финансовой математики, моделей реальных опционов и деривативов для операционных рисков;
- шире будут применяться коинтеграция и другие меры связи для задач диверсификации портфеля;
- конвергенция страховщиков, риск-менеджеров, инженеров и других профессионалов смежных дисциплин (взаимный обмен знаниями и методологией, практическое сотрудничество).

Существуют различные методы анализа человеческой надежности (Human Reliability Analysis, HRA). Две общие группы методов основаны на вероятностной оценке риска и на когнитивной теории контроля.

Один из методов анализа человеческой надежности - непосредственное развитие вероятностной оценки риска: так же как и оборудование, которое может сломаться на заводе, человек может совершать ошибки при управлении. В обоих случаях (функциональная декомпозиция для оборудования и анализ рабочего задания для человека) анализ будет давать четкую формулировку уровня особенностей, при которых могут быть определены провал или ошибка. Эта идея лежит в основе методики прогнозирования величины человеческих ошибок (THERP - Technique for Human Error Rate Prediction). Также к методикам относится SAPHIRE - Systems Analysis Programs for Hands-on Integrated Reliability Evaluations (программы системного анализа для практических интегрированных оценок надежности).

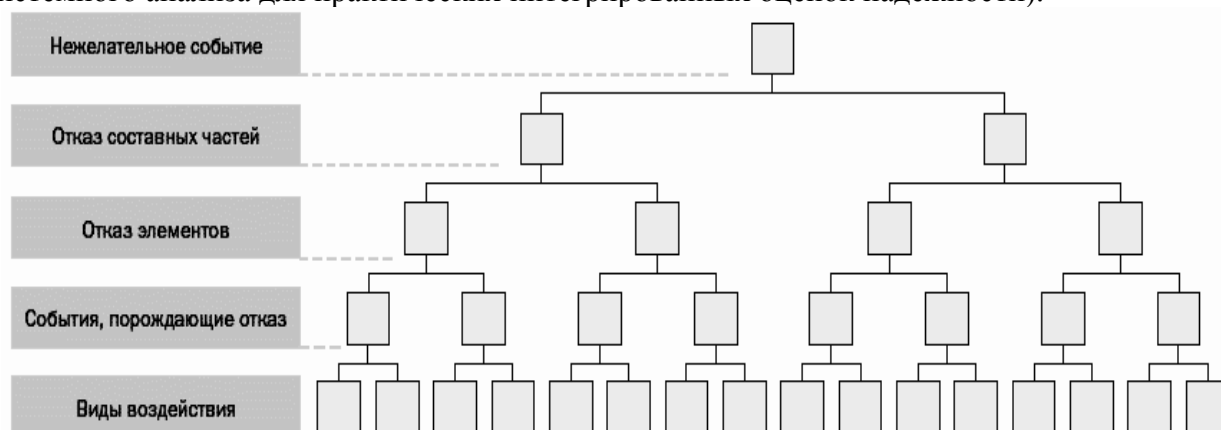


Рис. 5. Общий вид «дерева ошибок»

Когнитивные методы контроля моделируют человеческую деятельность как набор контрольных видов действий - стратегических (основанных на долгосрочном планировании), тактических (основанных на последовательности действий), конъюнктурных (основанных на данной ситуации) и зашифрованных (или случайных) - и предлагают модель переходов и преобразований между ними. Эта модель перехода контрольных видов действий состоит из определенного количества факторов, включая оценку человеком-оператором исхода действия (будет он удачным или нет), оставшееся время до завершения действия (достаточное или нет) и количество одновременных задач оператора на данный момент времени. К таким методам относится CREAM - Cognitive Reliability and Error Analysis Method (методика анализа ошибок и познавательной надежности) - и является продвинутой методикой второго поколения.

Предельный анализ и оптимизация прибыли.

Сущность предельного анализа. Способы оптимизации прибыли.

Максимизация прибыли является доминирующей проблемой любого субъекта хозяйствования. Получение максимальной прибыли возможно при определенном сочетании объема производства, цены продукта и издержек на его производство и реализацию. *Максимизация прибыли заключается в выборе такого объема производства (реализации) продукции, при котором предельные издержки на производство и реализацию продукции равны предельному доходу.*

Предельный доход - это прирост выручки на единицу прироста количества произведенной продукции. Соответственно **предельные издержки** равны приросту затрат на единицу прироста количества производимой продукции.

При этом следует учитывать, что не всякое расширение производства ведет к адекватному росту прибыли, так как:

- а) по-разному выглядит динамика издержек;
- б) происходит снижение цен при росте объема выпуска продукции.

Значит, предприятие должно найти такой объем производства продукции, при котором оно извлекло бы наибольший доход. Существует несколько способов определения оптимального объема производства:

- бухгалтерско-аналитический;
- графический;
- статистический.

Сущность бухгалтерско-аналитического способа состоит в сопоставлении предельного дохода и предельных издержек. Если предельный доход больше предельных издержек, то дальнейший рост выпуска увеличивает общую сумму прибыли, и наоборот. Следовательно, для максимизации прибыли предприятие должно расширять объем производства до тех пор, пока предельный доход выше предельных издержек, и прекратить расширение производства как только предельные издержки начнут превосходить предельный доход.

Таблица 2. Максимизация прибыли на основе предельного подхода

Объем продукции, тыс.руб.	Цена, тыс. руб.	Общий доход (выручка), млн руб.	Общие издержки, млн руб.	Прибыль, млн руб.	Предельный ДОХОД, млн руб.	Предельные издержки, млн руб.
0	250	0	210	-210	-	-
1	240	240	350	-110	240	140
2	230	460	480	-20	220	130
3	220	660	600	+60	200	120
4	210	840	710	+130	180	110
5	200	1000	810	+190	160	100
6	190	1140	915	+225	140	105
7	180	1260	1030	+230	120	115
8	170	1360	1155	+205	100	125
9	160	1440	1300	+140	80	140
10	150	1500	1450	+45	60	155

Согласно данным табл. 2, самый выгодный объем производства - при 7 тыс. ед. Затем предельные издержки уже превосходят предельный доход, что явно неблагоприятно для предприятия. Следовательно, до 7 тыс. ед. предприятию выгодно производить продукцию, но сверх этой величины производство неэффективно.

Этот же результат можно получить и **графическим методом** (рис. 6).

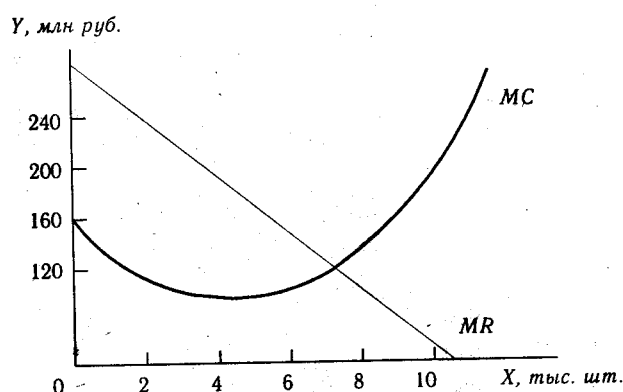


Рис. 6. Предельные издержки и доход на единицу продукции

До 7 тыс. ед. кривая предельных издержек ниже кривой предельного дохода и поэтому каждая дополнительная единица выпускаемой продукции увеличивает сумму прибыли. *Максимальная прибыль* - это точка пересечения кривой предельных издержек с кривой предельного дохода. После этой точки кривая предельных издержек располагается выше кривой предельного дохода, из чего следует, что каждая дополнительная единица продукции уменьшает прибыль и ее производство неэффективно для предприятия.

Сущность статистического метода заключается в том, что на основании массовых данных исследуется зависимость предельного дохода и предельных издержек от объема реализации продукции.

Данные табл. 2 позволяют сделать вывод, что зависимость между предельным доходом и количеством реализованной продукции может быть описана уравнением прямой:

$$MR = a + bx,$$

где MR - предельный доход на единицу продукции; x - количество продукции в натуральном выражении.

Найдя неизвестные параметры a и b по методу наименьших квадратов, получаем

$$MR = 250 - 20x.$$

Зависимость предельных издержек от объема производства продукции можно описать уравнением параболы:

$$MC = a + bx + cx^2.$$

В нашем примере оно будет иметь следующий вид:

$$MC = 163,16 - 22,235x + 2,159x^2.$$

Зависимость общей суммы издержек от объема продаж получила следующее выражение:

$$Z = a + bx = 229 + 115x.$$

Приравняем предельный доход и предельные издержки и найдем величину оптимального объема производства продукции, который обеспечит максимальную сумму прибыли:

$$250 - 20x = 163,16 - 22,235x + 2,159x^2,$$

$$2,159x^2 - 2,235x - 86,84 = 0,$$

$$Px = 250x - 10x^2;$$

$$V = \frac{2,235 + \sqrt{2,235^2 + 4 \times 2,159 \times 86,84}}{2 \times 2,159} = \frac{31,235}{4,318} = 7,23 \text{ тыс. шт.}$$

Приведенные расчеты показывают, что оптимальный объем производства составляет 7230 ед.

При таком объеме выручка составит:

$$B = P \times x = 180 \times 7,23 = 1300 \text{ млн руб.}$$

Издержки производства:

$$3 = 229 + 115 \times 7,23 = 1060 \text{ млн руб.}$$

Прибыль:

$$П = B - 3 = 1300 - 1060 = 240 \text{ млн руб.}$$

Следовательно, данному предприятию можно придерживаться стратегии наращивания объема производства до 7200 ед. при условии, что себестоимость его продукции существенно не повысится в ближайшей перспективе⁸.

Методы линейного программирования.

Методы линейного программирования разработаны для проблем оптимизации, затрагивающих линейные функции пригодности или расходов с линейными ограничениями параметров или входных переменных. Линейное программирование обычно используется для решения задач по распределению активов. В мире трейдинга одно из возможных применений линейного программирования состоит в поиске оптимального размещения денежных средств в различные финансовые инструменты для получения максимальной прибыли. Если оптимизировать прибыль с учетом возможного риска, то применять линейные методы нельзя. Прибыль с поправкой на риск не является линейной функцией весов различных инвестиций в общий портфель, здесь требуются другие методы, к примеру генетические алгоритмы. Линейные модели редко бывают полезны при разработке торговых систем и упоминаются здесь исключительно в ознакомительных целях.

Линейное программирование - это наука о методах исследования и отыскания наибольших и наименьших значений линейной функции, на неизвестные которой наложены линейные ограничения. Таким образом, задачи линейного программирования относятся к задачам на условный экстремум функции. Казалось бы, что для исследования линейной функции многих переменных на условный экстремум достаточно применить хорошо разработанные методы математического анализа, однако невозможность их использования можно довольно просто проиллюстрировать.

Действительно, путь необходимо исследовать на экстремум линейную функцию $Z = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_Nx_N$

при линейных ограничениях

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1N}x_N = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2N}x_N = b_2$$

.....

$$a_{M1}x_1 + a_{M2}x_2 + \dots + a_{MN}x_N = b_M$$

Так как Z - линейная функция, то $= C_j$ ($j = 1, 2, \dots, n$), то все коэффициенты линейной функции не могут быть равны нулю, следовательно, внутри области, образованной системой ограничений, экстремальные точки не существуют. Они могут быть на границе области, но исследовать точки границы невозможно, поскольку частные производные являются константами.

Для решения задач линейного программирования потребовалось создание специальных методов. Особенно широкое распространение линейное программирование получило в экономике, так как исследование зависимостей между величинами, встречающимися во многих экономических задачах, приводит к линейной функции с линейными ограничениями, наложенными на неизвестные.

⁸ Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: 4-е изд., перераб. и доп. - Минск: ООО «Новое знание», 2000. - 688 с.

Матрица решений.

Рассмотрим методологию принятия решения в условиях риска и неопределенности. Она предполагает построение в процессе обоснования рискованных решений так называемой «матрицы решений», которая имеет следующий вид (табл. 3).

Таблица 3. «Матрица решений», выстраиваемая в процессе принятия решения в условиях риска или неопределенности

Варианты альтернатив принятия решений	Варианты ситуаций развития событий			
	C_1	C_2	...	C_n
A_1	$\mathcal{E}_{11}$	$\mathcal{E}_{12}$	...	$\mathcal{E}_{1n}$
A_2	$\mathcal{E}_{21}$	$\mathcal{E}_{22}$	...	$\mathcal{E}_{2n}$
...			...	
A_n	$\mathcal{E}_{n1}$	$\mathcal{E}_{n2}$	...	$\mathcal{E}_{nn}$

В приведенной матрице значения $A_1; A_2; \dots; A_n$ характеризуют каждый из вариантов альтернатив принятия решения; значения $C_1; C_2; \dots; C_n$ – каждый из возможных вариантов ситуации развития событий; значения $\mathcal{E}_{11}; \mathcal{E}_{12}; \mathcal{E}_{1n}; \mathcal{E}_{21}; \mathcal{E}_{22}; \mathcal{E}_{2n}; \mathcal{E}_{n1}; \mathcal{E}_{n2}; \dots; \mathcal{E}_{nn}$ – конкретный уровень эффективности решения, соответствующий определенной альтернативе при определенной ситуации.

Приведенная матрица решений характеризует один из ее видов, обозначаемый как «матрица выигрышей», так как она рассматривает показатель эффективности. Возможно также построение матрицы решений и другого вида, обозначаемого как «матрица рисков», в котором вместо показателя эффективности используется показатель финансовых потерь, соответствующих определенным сочетаниям альтернатив принятия решений и возможным ситуациям развития событий.

На основе указанной матрицы рассчитывается наилучшее из альтернативных решений по избранному критерию. Методика этого расчета дифференцируется для условий риска и условий неопределенности.

Исходя из матрицы решений, построенной в условиях риска с учетом вероятности реализации отдельных ситуаций, рассчитывается интегральный уровень риска по каждой из альтернатив принятия решений⁹.

Критерии Вальда, Гурвица, Сэвиджа, Лапласа, Байеса.

Принятие решений в частичной неопределенности (риска) основано на том, что каждой возможной ситуации развития событий может быть задана определенная вероятность его осуществления. Это позволяет взвесить каждое из конкретных значений эффективности по отдельным альтернативам на значение вероятности и получить на этой основе интегральный показатель уровня риска, соответствующий каждой из альтернатив принятия решений. Сравнение этого интегрального показателя по отдельным альтернативам позволяет избрать для реализации ту из них, которая приводит к избранной цели (заданному показателю эффективности) с наименьшим уровнем риска.

Оценка вероятности реализации отдельных ситуаций развития событий может быть получена экспертным путем¹⁰.

⁹ Герасенкова В.Д, Петрова А.И., Сенько Ю.Е. Принятие решений в условиях полной и частичной неопределенности // Сборник тезисов 70-й научной конференции студентов Института бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета : 16 мая 2013 г., Минск, 2013. – С.54

¹⁰ Герасенкова В.Д, Петрова А.И., Сенько Ю.Е. Принятие решений в условиях полной и частичной неопределенности // Сборник тезисов 70-й научной конференции студентов Института бизнеса и менеджмента

Принятие решений в условиях неопределенности основано на том, что вероятности различных вариантов ситуаций развития событий субъекту, принимающему рисковое решение, неизвестны. В этом случае при выборе альтернативы принимаемого решения субъект руководствуется, с одной стороны, своим рисковым предпочтением, а с другой - соответствующим критерием выбора из всех альтернатив по составленной им «матрице решений».

Основные критерии, используемые в процессе принятия решений в условиях неопределенности, представлены ниже.

1. критерий Вальда
2. критерий Гурвица
3. критерий Сэвиджа
4. критерий Лапласа
5. Критерий Байеса

1. Критерий Вальда предполагает, что из всех возможных вариантов «матрицы решений» выбирается та альтернатива, которая из всех самых неблагоприятных ситуаций развития события (минимизирующих значение эффективности) имеет наибольшее из минимальных значений (т.е. значение эффективности, лучшее из всех худших или максимальное из всех минимальных).

Критерием Вальда руководствуется при выборе рисковых решений в условиях неопределенности, как правило, субъект, не склонный к риску или рассматривающий возможные ситуации как пессимист.

Это критерий крайнего пессимизма, его использование абсолютно исключает риск:

$$W_i = \min_j a_{ij}, i = 1, \dots, m, W = \max_i W_i.$$

2. Критерий Гурвица (критерий «оптимизма-пессимизма» или «альфа-критерий») позволяет руководствоваться при выборе рискового решения в условиях неопределенности некоторым средним результатом эффективности, находящимся в поле между значениями по критериям «максимакса» и «максимина» (поле между этими значениями связано посредством выпуклой линейной функции). Оптимальная альтернатива решения по критерию Гурвица определяется на основе следующей формулы:

$$A_i = a * \Theta_{\max i} + (1 - a) * \Theta_{\min i},$$

где A_i - средневзвешенная эффективность по критерию Гурвица для конкретной альтернативы;

a - альфа-коэффициент, принимаемый с учетом рискового предпочтения в поле от 0 до 1 (значения, приближающиеся к нулю, характерны для субъекта, не склонного к риску; значение равное 0,5 характерно для субъекта, нейтрального к риску; значения, приближающиеся к единице, характерны для субъекта, склонного к риску);

$\Theta_{\max i}$ - максимальное значение эффективности по конкретной альтернативе;

$\Theta_{\min i}$ - минимальное значение эффективности по конкретной инициативе.

Критерий Гурвица используют при выборе рисковых решений в условиях неопределенности те субъекты, которые хотят максимально точно идентифицировать степень своих конкретных рисковых предпочтений путем задания значения альфа-коэффициента.

3. Критерий Сэвиджа (критерий потерь от «минимакса») предполагает, что из всех возможных вариантов «матрицы решений» выбирается та альтернатива, которая минимизирует размеры максимальных потерь по каждому из возможных решений. При использовании этого критерия «матрица решения» преобразуется в «матрицу потерь» (один из вариантов «матрицы риска»), в которой вместо значений эффективности проставляются размеры потерь при различных вариантах развития событий.

Критерий Сэвиджа используется при выборе рискованных решений в условиях неопределенности, как правило, субъектами, не склонными к риску.

$r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$, где $\max_i a_{ij}$ – максимальный элемент j -го столбца.

4. Критерий недостаточного основания Лапласа. Если вероятности состояний окружающей среды примерно равны, или нет о них информации, то можно пользоваться критерием Лапласа:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad i = 1, \dots, m, \quad W = \max_i W_i.$$

5. Критерий Байеса (критерий максимального математического ожидания). При использовании этого критерия ЛПР должны быть известны вероятности, с которыми система (окружающая среда) находится в каждом из своих состояний $S_1, S_2, \dots, S_n$. Обозначим эти вероятности соответственно $p_1, p_2, \dots, p_n$, при этом $\sum_j p_j = 1$. Информация о вероятностях состояний окружающей среды может быть известна, например, на основе данных статистических наблюдений.

Оптимальным можно считать такое поведение ЛПР, при котором максимизируется его средний выигрыш (математическое ожидание выигрыша). Речь идет о максимизации среднего выигрыша при многократном повторении принятия решения.

Каждая строка дополняется числом:

$$W_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j, \quad i = 1, \dots, m.$$

Среди всех W_i , выбирается максимальное (которому и соответствует оптимальная стратегия): $W = \max_i W_i$.

Для ясности хотелось бы привести несколько наглядных примеров применения данных критериев так сказать в реальной жизни, в жизни предприятий, в предпринимательской жизни.

Итак, В задаче принятия решения лицу принимающему решение (ЛПР) необходимо из множества альтернатив выбрать одну, лучшую в некотором смысле, в соответствии с выбранным принципом оптимальности (критерием эффективности). Эти задачи обладают той или иной степенью неопределенности.

Для ЛПР, действующего в условиях неопределенности и невозможности получения дополнительной информации о неопределенных факторах, элементами описания ситуации принятия решения являются:

- множество допустимых стратегий (множество возможных альтернатив действий ЛПР) $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$;

- множество возможных состояний внешней среды (множество гипотез) $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$.

Предполагается, что на множестве отношений $A \times S$ можно задать некоторую функцию полезности $f(A_i, S_j)$, которая выступает в качестве меры желательности или полезности соответствующей альтернативы. Если множества A и S конечны, то множество значений функции полезности можно представить в виде платежной матрицы:

	S_1	S_2	...	S_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...

A_n	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}
-------	----------	----------	-----	----------

Строки матрицы (A_i) - стратегии ЛПР, а столбцы матрицы (S_j) – состояния внешней среды. Будем считать, что элементы платежной матрицы имеют смысл дохода, т.е. чем больше значение, тем лучше для игрока А. Хотя в некоторых ситуациях они могут иметь обратный смысл, тогда рассуждения, приведенные ниже, нужно поменять соответствующим образом.

Начинать анализ платежной матрицы следует с определения множества Парето: исключить из платежной матрицы «заведомо невыгодных» стратегии игрока А (доминируемые). Удалять доминируемые стратегии – состояния окружающей среды нельзя, т.к. они принципиально не могут быть выгодными или невыгодными.

Решение определяется с помощью критериев. Согласно каждому критерию всем стратегиям ЛПР ставится в соответствие некоторое число W_i , среди которых выбирается «наилучшее» в смысле используемого критерия, этому числу соответствует оптимальная стратегия.

К сожалению, не существует общих правил оценки практической применимости того или иного критерия при принятии решений в условиях неопределенности. Скорее всего, это связано с тем, что поведение ЛПР, обусловленное неопределенностью ситуации, по всей видимости, является наиболее важным фактором при выборе подходящего критерия.

При анализе матрицы рисков цель ЛПР – минимизировать свой риск. Для матрицы рисков критерий рассчитывается следующим образом:

$$W_i = \max_j r_{ij}, i = 1, \dots, m, W = \min_i W_i.$$

Пример. Платежная матрица имеет вид:

	S1	S2	S3
A1	2	-3	7
A2	-1	5	4
A3	-7	13	-3
p_j	0,2	0,5	0,3

Определить наиболее выгодную стратегию по всем критериям, если коэффициент пессимизма $C = 0,4$; коэффициент достоверности информации о вероятностях состояний $u = 0,6$.

Тут и начинается практическое применение всех вышеприведенных критериев:

1. Критерий Байеса (максимального математического ожидания)

$$W_1 = 2 \cdot 0,2 + (-3) \cdot 0,5 + 7 \cdot 0,3 = 0,4 - 1,5 + 2,1 = 1;$$

$$W_2 = -1 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,3 = -0,2 + 2,5 + 1,2 = 3,5;$$

$$W_3 = -7 \cdot 0,2 + 13 \cdot 0,5 + (-3) \cdot 0,3 = -1,4 + 6,5 - 0,9 = 4,2.$$

Найденные значения заносим в первый столбец (Б) и выбираем максимальное $W = \max \{1; 3,5; 4,2\} = 4,2$, значит оптимальной по данному критерию является стратегия А3 – продавать в весенние месяцы.

2. Критерий недостаточного основания Лапласа (НО)

$$W_1 = \frac{1}{3}(2 - 3 + 7) = \frac{1}{3} \cdot 6 = 2; W_2 = \frac{1}{3}(-1 + 5 + 4) = \frac{1}{3} \cdot 8 \approx 2,7; W_3 = \frac{1}{3}(-7 + 13 - 3) = \frac{1}{3} \cdot 3 = 1$$

Найденные значения заносим во второй столбец (НО) и выбираем максимальное $W = \max \{2; 2,7; 1\} = 2,7$, значит оптимальной по данному критерию является стратегия А2 – продавать в зимние месяцы.

3. Максиминный критерий Вальда (ММ)

$$W_1 = \min \{2; -3; 7\} = -3; W_2 = \min \{-1; 5; 4\} = -1; W_3 = \min \{-7; 13; -3\} = -7.$$

Найденные значения заносим в третий столбец (ММ) и выбираем максимальное $W = \max \{-3; -1; -7\} = -1$, значит оптимальной по данному критерию является стратегия А2 – продавать в зимние месяцы.

4. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица (П-О)

Для каждой строки рассчитываем значение критерия по формуле: $W_i = C \cdot \min_{1 \leq j \leq 3} a_{ij} + (1 - C) \cdot \max_{1 \leq j \leq 3} a_{ij}$. По условию $C = 0,4$, значит:

$$W_1 = 0,4 \cdot \min \{2; -3; 7\} + (1 - 0,4) \cdot \max \{2; -3; 7\} = 0,4 \cdot (-3) + 0,6 \cdot 7 = -1,2 + 4,2 = 3;$$

$$W_2 = 0,4 \cdot \min \{-1; 5; 4\} + (1 - 0,4) \cdot \max \{-1; 5; 4\} = 0,4 \cdot (-1) + 0,6 \cdot 5 = -0,4 + 3 = 2,6;$$

$$W_3 = 0,4 \cdot \min \{-7; 13; -3\} + (1 - 0,4) \cdot \max \{-7; 13; -3\} = 0,4 \cdot (-7) + 0,6 \cdot 13 = -2,8 + 7,8 = 5.$$

Найденные значения заносим в четвертый столбец (П-О) и выбираем максимальное $W = \max \{3; 2,6; 5\} = 5$, значит оптимальной по данному критерию является стратегия А3 – продавать в весенние месяцы.

5. Критерий минимаксного риска Сэвиджа.

Рассчитаем матрицу рисков. Заполнять ее лучше по столбцам. В каждом столбце находим максимальный элемент и вычитаем из него все остальные элементы столбца, результаты записываем на соответствующих местах.

Вот как рассчитывается первый столбец. Максимальный элемент в первом столбце: $a_{11} = 2$, значит по формуле $r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$:

$$r_{11} = 2 - a_{11} = 2 - 2 = 0; r_{21} = 2 - a_{21} = 2 - (-1) = 3; r_{31} = 2 - a_{31} = 2 - (-7) = 9.$$

Рассчитаем второй столбец матрицы рисков. Максимальный элемент во втором столбце: $a_{32} = 13$, значит:

$$r_{12} = 13 - a_{12} = 13 - (-3) = 16; r_{22} = 13 - a_{22} = 13 - 5 = 8; r_{32} = 13 - a_{32} = 13 - 13 = 0.$$

Рассчитаем третий столбец матрицы рисков. Максимальный элемент в третьем столбце: $a_{13} = 7$, значит:

$$r_{13} = 7 - a_{13} = 7 - 7 = 0; r_{23} = 7 - a_{23} = 7 - 4 = 3; r_{33} = 7 - a_{33} = 7 - (-3) = 10.$$

Таким образом, матрица рисков имеет вид (в каждом столбце на месте максимального элемента платежной матрицы должен стоять ноль):

			W_i
0	16	0	16
3	8	3	8
9	0	10	10

Дополним матрицу рисков рассчитанными значениями критерия W_i – в каждой строке выбираем максимальный элемент ($W_i = \max_j r_{ij}$):

$$W_1 = \max \{0; 16; 0\} = 16; W_2 = \max \{3; 8; 3\} = 8; W_3 = \max \{9; 0; 10\} = 10;$$

Найденные значения заносим в столбец (W_i) и выбираем минимальное $W = \min \{16; 8; 10\} = 8$, значит оптимальной по данному критерию является стратегия А2 – продавать в зимние месяцы.

Таким образом, в случае отсутствия информации о вероятностях состоянии среды теория не дает однозначных и математически строгих рекомендаций по выбору критериев принятия решений. Это объясняется в большей мере не слабостью теории, а неопределенностью самой ситуации. Единственный разумный выход в подобных случаях – попытаться получить дополнительную информацию, например, путем проведения исследований или экспериментов. В отсутствие дополнительной информации принимаемые решения теоретически недостаточно обоснованы и в значительной мере субъективны. Хотя

применение математических методов в играх с природой не дает абсолютно достоверного результата и последний в определенной степени является субъективным (вследствие произвольности выбора критерия принятия решения), оно тем не менее создает некоторое упорядочение имеющихся в распоряжении ЛПР данных: задаются множество состояний природы, альтернативные решения, выигрыши и потери при различных сочетаниях состояния «среда - решение». Такое упорядочение представлений о проблеме само по себе способствует повышению качества принимаемых решений.¹¹

Качественная оценка рисков экономической деятельности.

На сегодня не существует единой методики количественного расчета величин рисков, измеряемой в стоимостной оценке. Это связано в первую очередь с отсутствием достаточного объема статистических данных о вероятности реализации той или иной угрозы. В настоящее время идет активное накопление данных, на основании которых можно было бы с приемлемой точностью определить вероятность реализации той или иной угрозы.

Поэтому наиболее распространенной остается качественная оценка рисков экономической деятельности. Его главная задача - определить факторы риска, установить потенциальные области риска и оценить воздействие каждого вида. Анализ рисков проводится экспертным путем.

Качественная оценка может быть сравнительно простой, ее главная задача - определить возможные виды рисков, а также факторы, влияющие на уровень рисков при выполнении определенного вида деятельности.

В расчетах рисков экономической деятельности учитываются следующие факторы:

1. Стоимость ресурса (Asset Value, AV). Указанная величина характеризует ценность ресурса. При качественной оценке рисков стоимость ресурса чаще всего ранжируется в диапазоне от 1 до 3, где 1 - минимальная стоимость ресурса, 2 - средняя стоимость ресурса и 3 - максимальная стоимость ресурса. К примеру, сервер автоматизированной банковской системы имеет $AV = 3$, тогда как отдельный информационный киоск, предназначенный для обслуживания клиента, имеет $AV = 1$ по отношению к информационной банковской системе;

2. Мера уязвимости ресурса к угрозе (Exposure Factor, EF). Этот параметр показывает, в какой степени тот или иной ресурс уязвим по отношению к рассматриваемой угрозе. Например, с точки зрения банка ресурс автоматизированной банковской системы имеет наибольшую доступность. Таким образом, атаки с целью реализации отказа в обслуживании (Denial of Service, DoS) представляют для него максимальную угрозу. При качественной оценке рисков данная величина также ранжируется в диапазоне от 1 до 3, где 1 - минимальная мера уязвимости (слабое воздействие), 2 - средняя (ресурс подлежит восстановлению), 3 - максимальная (ресурс требует полной замены после реализации угрозы);

3. Оценка вероятности реализации угрозы (Annual Rate of Occurrence, ARO) демонстрирует, насколько вероятна реализация определенной угрозы за определенный период времени (как правило, в течение года) и также ранжируется по шкале от 1 до 3 (низкая, средняя, высокая).

На основании полученных данных выводится оценка ожидаемых потерь от конкретной угрозы за определенный период времени (Annual Loss Exposure, ALE), которая характеризует величину риска и рассчитывается по формуле:

$$ALE = (AV \times EF \times ARO).$$

После проведения первичной оценки рисков полученные значения следует систематизировать по степени важности для выявления низких, средних и высоких уровней

¹¹ Герасенкова В.Д., Петрова А.И., Сенько Ю.Е. Принятие решений в условиях полной и частичной неопределенности // Сборник тезисов 70-й научной конференции студентов Института бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета : 16 мая 2013 г., Минск, 2013. – С.54

рисков. Методика управления рисками подразумевает несколько способов действий. Риск может быть:

- принят (assumption), т. е. пользователь согласен на риск и связанные с ним потери. В этом случае работа экономической системы продолжается в обычном режиме;
- снижен (mitigation) - с целью уменьшения величины риска будут приняты определенные меры;
- передан (transference) - компенсацию потенциального ущерба возложат на страховую компанию, либо риск трансформируют в другой риск - с более низким значением - путем внедрения специальных механизмов.

Некоторые методики дополнительно предусматривают еще один способ управления - «упразднение» (avoidance). Он подразумевает принятие мер по ликвидации источника риска. Например, удаление из системы функций, порождающих риск, либо выведение части системы из эксплуатации. Однако, на мой взгляд, такой подход неконструктивен ввиду того, что, если величина риска достаточно велика, порождающий его компонент критичен для экономической системы и, следовательно, не может быть удален. При низких значениях риска данный метод трансформируется в метод снижения риска (mitigation).

Далее проводится ранжирование рисков, а затем определяются те, которые требуют первоочередного внимания. Основным методом управления такими рисками является снижение, реже - передача. Риски среднего ранга могут передаваться или снижаться наравне с высокими рисками. Риски низшего ранга, как правило, принимаются и исключаются из дальнейшего анализа.

Диапазон ранжирования рисков принимается исходя из проведенного расчета их качественных величин. Так, например, если величины рассчитанных рисков лежат в диапазоне от 1 до 18, то низкие риски находятся в диапазоне от 1 до 7, средние - в диапазоне от 8 до 13, высокие - в диапазоне от 14 до 18.

Таким образом, управление рисками сводится к снижению величин высоких и средних рисков до характерных для низких рисков значений, при которых возможно их принятие. Снижение величины риска достигается за счет уменьшения одной или нескольких составляющих (AV, EF, SLE) путем принятия определенных мер. В основном это возможно применительно к EF и SLE, так как AV (стоимость ресурса) - достаточно фиксированный параметр. Однако возможно и его снижение, например, если хранящаяся на сервере информация относится к конфиденциальной, но проверка выявила, что гриф «конфиденциально» в силу каких-либо причин может быть снят. В результате стоимость ресурса автоматически уменьшается. В системе Internet-банкинга, например, параметр EF можно уменьшить путем фиксации ответственности сторон в договорном порядке. В этом случае считается, что стороны предупреждены об ответственности, которую может повлечь за собой нарушение правил эксплуатации системы, и, таким образом, фактор уязвимости снижается.

Снижение параметра SLE, т. е. вероятности реализации угрозы, может быть достигнуто за счет технических мер. Например, при наличии угрозы кратковременного отключения электропитания установка источника бесперебойного питания снижает вероятность ее реализации.

Возникшие (оставшиеся) после применения методики управления риски называются остаточными, и именно они применяются для обоснования инвестиций в информационную безопасность.

Перерасчет рисков производится в отношении всех рисков, если они оценены как высокие и средние.