**Тема 3 Методы оценки риска**

Повышению эффективности работы коммерческих организаций, невозможно без использования широкого спектра современных качественных и количественных методов исследования рынка или их комбинаций, позволяющих принимать наиболее адекватные для достижения поставленных целей решения.

Методология оценки уровней финансовых рисков является одной из основных компонент процесса принятия финансовых решений субъектами современной экономики.

Согласно Национального стандарта Российской Федерации от 01.12.2001г.

«Методы оценки риска» (ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011) оценка риска - это процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска.

Риск может быть оценен для всей организации, ее подразделений, отдельных проектов, деятельности или конкретного опасного события.

Поэтому в различных ситуациях могут быть применены различные методы оценки риска.

Оценка риска обеспечивает понимание возможных опасных событий, их причин и последствий, вероятности их возникновения и принятие решений о:

необходимости предпринимать соответствующие действия;

способах максимальной реализации всех возможностей снижения риска; необходимости обработки риска;

выборе между различными видами риска; приоритетности действий по обработке риска;

выборе стратегии обработки риска, позволяющей снизить риск до приемлемого уровня.

Оценка риска может быть выполнена с различной степенью глубины и детализации с использованием одного или нескольких методов разного уровня сложности.

Цели оценки риска непосредственно связаны с используемыми методами.

Решение относительно глубины оценки риска должно отражать начальное восприятие последствий. Это решение, скорее всего, изменится после завершения предварительной оценки риска.

Простой правильно примененный метод, может обеспечить лучшие результаты, если он соответствует области применения оценки, чем сложная процедура, выполненная c ошибками.

В целом же всю совокупность методов оценки уровней рисков можно разделить на две группы: методы качественной оценки рисков и методы их количественной оценки.

Методы качественной оценки позволяют ответить на вопросы: Есть ли риск?

Что это за риск? Опасен ли он?

Методы количественной оценки позволяют охарактеризовать степень опасности риска и величину возможного ущерба. То есть отвечают на вопросы: В какой степени? и - Сколько?

## Качественные методы оценки рисков

Качественный подход существенно отличается от всех иных стратегий и процедур исследований, так как базируется на иной логике научного поиска.

Это касается всех стадий исследований: от теоретической установки исследователя, фокуса его интереса, отношения к исследуемому предмету и объекту, до процедуры сбора и интерпретации данных.

Например, с точки зрения системного анализа можно изучать и объяснять общие условия функционирования современных экономик для различных экономических секторов: торговли, строительства, сельского хозяйства, и т.п.

Всех их можно рассматривать, например, как группы предприятий являющихся резидентами России и не являющиеся таковыми.

Но если принять точку зрения качественного подхода, определяющую его роль на рынке, то исследованию подвергается не группа предприятий, а определенный экономический кластер – предприятие во взаимосвязи с контрагентами и инфраструктурой.

Этот кластер именно как «особое» может стать объектом исследования.

«Особое» потому, что каждая экономическая ситуация уникальна, содержит специфический экономический опыт, свои особые решения проблем, которые в совокупности складываются в специфический для конкретного экономического объекта кластер.

Прошлый опыт, практика каждодневных забот и сомнений, связанных с принятием решений, может быть понята только через изучение индивидуальных судеб представителей этих групп, особенностей их восприятия и поведения в рамках общего социально-экономического контекста - данной социально-экономической и исторической ситуации.

Совокупность таких частных практик как мозаика позволяет представить социально-экономическую картину общества в целом, а фокусирование исследования на конкретном объекте позволяет предложить для этого объекта наиболее адекватные и полезные в конкретной экономической ситуации решения.

Общий фокус качественного исследования концентрирует внимание на частном, особенном в описании целостной картины социальных практик.

Выводы:

Качественные методы исследования направлены на получение глубокой, развернутой информации о предмете исследования.

Они фокусируются на исследованиях понимания и интерпретации эмпирических данных, являются источником формирования гипотез и продуктивных идей.

Качественные методы отвечают на вопросы «Что?" «Как?" и «Почему?", а не на вопрос «Сколько?".

Результаты качественного исследования содержат мнения и оценки, рассуждения и описания, ассоциации, предположения и обоснования, идеи, предложения, аргументы и т.п.

Главная задача качественного подхода состоит в выявлении и идентификации возможных видов рисков рассматриваемого проекта (ситуации), а также в определении и описании источников и факторов, влияющих на данный вид риска**.**

Кроме того, качественный анализ предполагает описание возможного ущерба, его стоимостной оценки и мер по снижению или предотвращению риска (страхование рисков, создание резервов и т. д.).

Качественный подход, не позволяющий определить численную величину риска инвестиционного проекта, является основой для проведения дальнейших исследований с помощью количественных методов, использующих математический аппарат теории вероятностей и математической статистики.

Качественные методы оценки риска можно разделить на 2 группы: методы сбора данных и методы интерпретации и оценки данных.

Методы сбора данных включают: глубинные интервью и опросы, регистрацию (наблюдение); телефонные интервью, холл – тесты и эксперименты.

Подходы к интерпретации и оценки данных состоят из: мозгового штурма, анализа уместности затрат, метода аналогий, метода экспертных оценок, метода Делфи, метод комиссии, метода суда, метода бальной оценки, метода портфолио, рейкингования (ранжирования), метода анализа иерархий, нечетко-множественного анализа и синектики.

## Структурированные или частично структурированные интервью

Структурированное интервью осуществляется по заранее подготовленному вопроснику. Вопросы мотивируют всесторонний анализ ситуации, таким образом, чтобы иметь полную идентификацию опасностей и риска.

Частично структурированное интервью аналогично интервью структурированному. Но позволяет в большей степени субъективной свободы обсуждать исследуемую проблему.

Интервью полезны в ситуациях, когда трудно собрать людей для обсуждения или когда свободное обсуждение в группе невозможно. Данные виды интервью чаще всего используют как часть процесса анализа риска для идентификации опасностей или оценки эффективности средств управления. Они могут быть применены на всех стадиях проектирования или процесса. Интервью могут быть использованы при сборе входных данных для оценки риска причастными сторонами.

Входные данные включают в себя:

точное определение целей интервью;

список опрашиваемых, который должен быть составлен с учетом интересов привлекаемых причастных сторон;

перечень вопросов.

Вначале необходимо составить перечень вопросов, направляющих размышления опрашиваемого. Вопросы должны быть, насколько возможно, простыми. Изложенными понятно. Охватывать лишь одну проблему. Ответы на вопросы не должны быть ограничены по времени. Возможные последующие вопросы, направленные на разъяснение ответов, также должны быть подготовлены заранее.

Затем вопросы должны быть предложены опрашиваемому лицу. При уточнениях ответы должны быть ограничены по времени. Необходимо следить за тем, чтобы постановка вопроса не подсказывала определенный ответ.

При анализе ответов необходимо:

проявлять гибкость;

обеспечить возможность исследования областей предлагаемых в своих ответах

опрашиваемыми.

Выходными параметрами является информация о восприятии причастными сторонами проблем, которые являются предметом интервью.

Преимущества структурированного интервью:

интервью позволяют опрашиваемым анализировать проблему.

обмен информацией «один на один» может позволить рассмотреть проблему со всех сторон.

метод позволяет вовлечь в обсуждение проблемы большее количество причастных сторон, чем мозговой штурм, в котором задействована относительно небольшая группа лиц.

Недостатки:

структурированное интервью требует больших затрат времени интервьюера для получения и обработки разнообразных и многочисленных мнений о проблеме.

метод допускает предвзятость и нежелание обсуждать проблему в группе.

при применении метода трудно применить способы стимулирования фантазии человека, которые являются особенностью мозгового штурма

## Метод экспертных оценок

Метод экспертных оценок является наиболее распространенным методом качественного подхода. Суть метода в следующем: Экспертам предлагается перечень факторов влияющих на результат проекта; каждому фактору присваивается свой вес; используя балльную шкалу эксперты, присваивают каждому фактору определенный балл. Масштаб шкалы может быть различным: 1-5 баллов; 1-10 баллов (MIN - MAX). После этого определяется величина каждого фактора:

*Величина фактора = вес ∙ балл*

Далее в расчётах возможны варианты: либо полученные величины факторов складываются и представляют собой надбавку за риск, либо рассчитывается средневзвешенное всех величин факторов и полученное значение сравнивается с базой для сравнения.

Существует балльные методика осуществляемые в иных формах.

Результаты качественной оценки риска служат исходной информацией для осуществления количественного анализа.

## Метод Дельфи

Метод Дельфи предназначен для получения обобщенного мнения группы экспертов. Хотя данный термин в настоящее время часто используют более широко во всех формах мозгового штурма, существенной особенностью метода Дельфи является то, что эксперты выражают свое мнение индивидуально и анонимно, при этом имея возможность узнать мнения других экспертов.

Метод Дельфи может быть применен на всех стадиях процесса менеджмента риска или всех этапах жизненного цикла системы, везде, где необходимы согласованные оценки экспертов. То есть для отбора вариантов решения проблемы, необходимо согласованное единое мнение экспертов.

Процесс выполнения метода включает в себя проведение частично структурированного анкетного опроса группы экспертов. При этом эксперты не должны встречаться друг с другом, что позволяет обеспечить независимость их мнений.

В частности должны быть выполнены следующие процедуры:

формирование группы выполнения и мониторинга процесса Дельфи;

выбор группы экспертов (могут быть сформированы одна или несколько групп специалистов);

разработка первоначального перечня вопросов; тестирование перечня вопросов;

отправка перечня вопросов индивидуально каждому участнику дискуссии; анализ и обобщение ответов экспертов, распространение результатов среди

участников дискуссии;

повторный опрос участников дискуссии и повторение процесса до тех пор, пока не будет достигнуто согласие по обсуждаемой проблеме.

В итоге экспертами должно быть выработано единое мнение по решаемой проблеме.

Преимущества метода включают в себя следующее:

Поскольку процедура является анонимной, более вероятно, что будут выражены непопулярные мнения.

Все взгляды на проблему равнозначны, что позволяет избежать доминирования мнения отдельных лиц.

Получение прав собственности на выходные данные.

Участники обсуждения не должны находиться в одном конкретном месте в конкретное время.

Недостатки метода включают в себя следующее.

Метод Дельфи является трудоемким и затратным по времени.

Участники должны быть в состоянии точно и ясно выразить свои мысли в письменной форме.

## Метод Комиссии

Метод комиссии – это метод прогнозирования, суть которого заключается в том, что группа экспертов многократно собирается для обсуждения одного и того же вопроса. Организатор экспертизы не руководит обсуждением, а лишь обеспечивает активную работу каждого эксперта. Выступает в роли модератора.

Метод комиссий предусматривает проведение экспертизы в форме свободного обмена мнениями для получения общего суждения экспертов. Очная форма общения экспертов значительно сокращает время экспертизы, облегчает получение единого согласованного мнения.

При использовании метода комиссий предварительно разрабатывается программа обсуждения. Группа экспертов подбирается «волевым путем» — способом назначения. Обычно это 10 -12 человек.

Недостатки метода комиссий:

отсутствие анонимности, что может приводить к довольно сильным проявлениям конформизма со стороны экспертов, склонных присоединяться к мнению более компетентных или авторитетных специалистов даже при наличии противоположной собственной точки зрения, поэтому дискуссия часто сводится к полемике наиболее авторитетных экспертов.

Другой существенный негативный фактор - различная активность экспертов, не всегда связанная с их компетентностью.

Кроме того, публичность высказываний может приводить к нежеланию некоторых экспертов отказаться от ранее высказанного мнения, даже если оно в процессе дискуссии изменилось.

Поэтому организаторы экспертизы должны уделить особое внимание подбору экспертов.

## Метод суда

Одним из способов проведения коллективной оценки идей и вариантов решения является «метод суда».

Совещание по «методу суда» может проводиться следующим образом:

Из состава участников совещания выбираются «прокурор», «адвокат»,

«судья».

Все три категории могут представлять как один человек, так и небольшая группа. В том случае, если роль отыгрывает группа людей, то выступает одновременно только один из них.

Для того, чтобы избежать беспорядка в обсуждении, назначается модератор, его функцию может выполнять «судья» или один из «судей».

На обсуждение последовательно выносятся идеи или проекты решений, после чего «суд» работает над каждым из них отдельно. «Прокурор» критикует предложение, а «адвокат» защищает.

Выслушав стороны и оценив плюсы и минусы предложенных вариантов

«судья» или «судьи» выносят свое решение.

Принятие решения по методу суда удобно проводить в полуигровой форме. Все участники по сути дела отыгрывают роли, которые могут быть не связаны с их положением в иерархии организации. Это позволяет частично освободиться от мешающих свободному высказыванию мнений факторов.

Недостатком «метода суда» может оказаться то, что не все способны работать на серьезный результат в игровой форме и в процессе соответствовать своей роли. Для успешной реализации необходима тренировка, возможности для которой есть далеко не всегда. В то же время первые попытки решить реальный вопрос на предприятии «методом суда» могут закончиться неудачей. Вполне эффективный способ решения проблем компании может быть низко оценен коллективом и отброшен как негодный.

Чтобы не испытывать таких разочарований, очень желательно осваивать методы коллективного принятия решений на тренингах и деловых играх, лучше всего в составе той команды, которая потом будет использовать «метод суда» на практике.

## Метод анализа (оценки) воздействия на бизнес(BIA8)

Метод анализа воздействия на бизнес позволяет определить, как наиболее существенные угрозы могут повлиять на ключевые виды процессы в организациях, а также идентифицировать и количественно измерить потенциал необходимый для управления организацией в этих условиях. Этот метод обеспечивает согласование и понимание:

идентификации и критичности ключевых бизнес-процессов, функций, связанных ресурсов и ключевых взаимосвязей, существующих в организации;

влияния нарушений на возможности организации достигать установленных критических целей бизнеса;

необходимых возможностей управления воздействием нарушений и восстановлением нормального хода деятельности организации.

8 BIA - Business Impact Analysis.

Сфера применения метода BIA - определение уровня критичности процессов организации, включая время их восстановления (RTO9) и наличие необходимых ресурсов для обеспечения достижения установленных целей, таких как активы, персонал, навыки, технологии, производственные площади и информация. Также, метод BIA помогает выявлять взаимосвязи между процессами, внутренними и внешними сторонами и всеми цепочками поставок организации.

Для реализации метода требуется:

группа анализа и разработки плана непрерывности бизнеса;

информация о целях, окружающей среде, видах деятельности и взаимосвязях организации;

подробное описание видов деятельности и функционирования организации, включающих процессы, вспомогательные ресурсы, взаимосвязи с другими организациями, соглашения об аутсорсинге, причастные стороны;

экономические и производственные последствия, вызванные нарушением критических процессов;

подготовленные анкеты;

список опрашиваемых лиц в соответствующих областях деятельности организации и/или причастных сторон.

Процесс выполнения метода:

В процессе BIA обычно используют анкетирование, интервью, структурированные совещания или их комбинацию, что позволяет достичь понимания функционирования критических процессов, влияния нарушений этих процессов и необходимого времени восстановления RTO и ресурсов.

Ключевые этапы метода BIA:

определение критичности ключевых процессов и ключевых видов продукции, работ, услуг организации на основе оценки для них опасностей, угроз и уязвимостей;

определение экономических и производственных последствий нарушений/разрушений идентифицированных критических процессов за определенные периоды времени;

идентификация взаимосвязей с ключевыми внутренними и внешними причастными сторонами. На этом этапе может быть полезно составление карт взаимосвязей в системе и в цепи поставок;

определение имеющихся необходимых ресурсов для обеспечения непрерывности работ после нарушения на минимальном приемлемом для организации уровне;

идентификация альтернативных способов выполнения работ и процессов, существующих или запланированных к разработке. Альтернативные способы выполнения работ и процессов могут быть применены в ситуации недостатка или отсутствия необходимых ресурсов или возможностей во время нарушения/разрушения;

определение максимально допустимого периода простоя при нарушении/разрушении (MAO10) для каждого процесса, основанного на идентифицированных последствиях и критических факторах выполняемых видов

9 RTO - Recovery Time Objective.

10 MAO — Maximum Acceptable Outage Time.

деятельности. MAO представляет собой период времени, по истечении которого существует угроза окончательной утраты жизнеспособности организации, в том случае, если поставка продукции и/или предоставление услуг не будут возобновлены;

определение целевого времени восстановления (RTO) для любого специализированного оборудования, информационных технологий и других активов организации. RTO представляет собой время, запланированное для восстановления производства продукции и предоставления услуг после нарушения/разрушения, возобновления деятельности организации и восстановления специализированного оборудования, информационных технологий или других активов;

установление уровня подготовленности критических процессов для управления в условиях нарушения, которое может включать оценку уровня резервированности процесса (например, наличия запасного оборудования) или существование альтернативных поставщиков.

Выходными данными являются:

перечень ранжированных по приоритетам критических процессов и соответствующих взаимозависимостей;

зарегистрированные экономические и производственные воздействия, вызванные нарушением критических процессов;

вспомогательные ресурсы, необходимые для идентифицированных критических процессов;

возможные сроки простоя и восстановления критических процессов и взаимосвязанных информационных технологий.

Преимуществами метода BIA являются:

обеспечение понимания критических процессов, которое предоставляет организации возможность достижения установленных целей;

возможность оценки необходимых ресурсов;

возможность пересмотра производственного процесса для повышения устойчивости организации.

Недостатками метода является следующее:

Возможна недостаточная компетентность участников опроса, интервью или совещаний.

Динамика работы в группе может влиять на весь анализ функционирования критического процесса.

Возможны упрощенные или сверхоптимистичные оценки требований к восстановлению.

Достижение адекватного уровня понимания деятельности организации может быть достаточно трудным.

## Анализ первичных причин ущерба

Анализ потерь, составляющих основную долю ущерба, направленный на предотвращение их повторного возникновения, обычно называют анализом первопричины (RCA11), анализом первопричины отказа (RCFA12) или анализом потерь. Метод RCA используют для исследования потерь вследствие различных

11 RCA — Root Cause Analysis.

12 RCFA — Root Cause Failure Analysis.

видов отказов, в то время как анализ потерь главным образом применяют для исследования финансовых или экономических потерь от внешних воздействующих факторов или катастроф. Метод RCA направлен на выявление первичных причин отказа без рассмотрения их внешних проявлений. Очевидно, что корректирующие действия не всегда эффективны и зачастую требуют их постоянного улучшения. Метод RCA обычно применяют для оценки основной составляющей потерь, однако его можно применять для анализа более общих потерь с целью выявления воз- можностей постоянного улучшения.

Метод RCA имеет применение для исследования бизнес-процессов и в анализе сложных систем в системах управления изменениями менеджмента риска.

Основными входными данными метода RCA являются все объективные данные об имевших место потерях. Данные об аналогичных ситуациях также могут быть рассмотрены в процессе анализа. Другими входными данными могут быть данные, полученные при проверке конкретных гипотез.

После принятия решения о применении метода RCA формируют группу экспертов для проведения анализа и разработки рекомендаций. Специализация экспертов главным образом зависит от целей анализа и особенностей исследуемых потерь.

Технологии проведения анализа могут существенно различаться, однако, основные этапы следующие:

формирование группы;

установление области применения и целей метода RCA;

сбор данных и объективных свидетельств об отказе или потерях; проведение структурированного анализа для определения первопричины; выработку решений и рекомендаций;

выполнение рекомендаций;

верификацию положительного результата от внедрения рекомендаций. Применяют следующие структурированные методы анализа:

- метод «5 почему», состоящий в многократном повторении вопроса «почему?», для исследования пяти уровней глубины причины потерь;

анализ видов и последствий потерь; анализ дерева сбоев (неисправностей); диаграмма Исикавы или «рыбий скелет»; анализ Парето;

составление карты первопричины.

Оценку причин часто начинают с исследования первоначально очевидных физических (производственных) причин, далее изучают причины, связанные с человеческим фактором, и уже затем переходят к изучению скрытых причин неэффективного управления или основных причин. Для того чтобы применение корректирующих действий было эффективным, вовлеченные стороны должны иметь возможность управлять выявленными в процессе анализа причинными факторами или устранять их.

Выходные данные метода RCA включают в себя:

документацию о собранных данных и объективных свидетельствах; рассмотренные гипотезы;

заключение о наиболее вероятных первопричинах отказа и потерях; рекомендуемые и корректирующие действия.

Преимуществами метода является возможность:

привлечения в рабочую группу технических экспертов; использования структурированного анализа; рассмотрения всех вероятных гипотез; документирования полученных результатов; обязательного внедрения заключительных рекомендаций. Недостатки метода RCA состоят в следующем:

отсутствует возможность привлечения требуемых технических экспертов. критические объективные свидетельства могут быть утрачены в момент отказа

или во время уборки.

ограничения по времени и ресурсам могут не позволить рабочей группе провести всестороннюю оценку ситуации;

иногда невозможно внедрить разработанные рекомендации.

## Анализ причин и последствий

Данный метод начинают с рассмотрения критического (начального) события и анализа его последствий посредством применения сочетания логических элементов ДА/НЕТ. Эти элементы представляют собой условия, при которых система, разработанная для снижения последствий начального события (причины риска), находится в работоспособном состоянии или в состоянии отказа.

Метод анализа причин и последствий первоначально был разработан как инструмент проверки надежности систем (технологий), критических для обеспечения безопасности. Его используют для отображения логики отказа, приводящего к критическому событию (ущербу) и анализу последовательности появления систематических ущербов.

Метод используют для анализа различных вариантов работы системы после возникновения критического события в зависимости от поведения ее подсистем (например, резервных систем). Если такие варианты могут быть охарактеризованы количественно, то могут быть оценены вероятности возможных последствий критического события.

Метод сложен в применении, поэтому его целесообразно использовать, когда потери от последствий рисков сопоставимы с затраченными усилиями.

Для применения метода необходимо понимание системы, видов и сценариев проявления рисков.

Процедура анализа включает в себя следующие этапы: Идентификация критического (или начального) события

Разработка и валидация дерева неисправностей для причины начального события.

### Определение порядка, рассмотрения условий возникновения ущерба

В данном порядке следует соблюдать логическую последовательность, соответствующую временной последовательности, в которой они возникают.

Построение путей возникновения последствий в зависимости от условий.

Если отказы для каждого блока условий независимы, возможен расчет вероятности каждого последствия. Для этого необходимо оценить вероятности каждого выхода условного блока. Вероятность любой последовательности событий, приводящей к конкретному последствию, определяют перемножением вероятностей каждой последовательности условий, приводящей к рассматриваемому последствию. Если несколько последовательностей событий приводят к одному

последствию, то вероятности всех последовательностей складывают. Если имеются зависимости между ущербом в рассматриваемой последовательности (например, нарушение порядка расчетов может вызвать несколько условий для ущерба), то условия зависимости необходимо определить до проведения расчета.

Выходными данными метода анализа причин и последствий являются схематическое представление ущерба генерируемого системой с указанием причин и последствий и оценка вероятности возникновения каждого потенциального последствия, основанная на анализе вероятностей возникновения соответствующих условий после критического события.

Преимущества метода анализа причин и последствий позволяют анализировать события, развивающиеся в течение продолжительного периода времени, а также обеспечивать всестороннее представление о системе.

Недостатком метода является его сложность при построении схемы, так и при учете зависимостей в случае количественного анализа.

## Структурированный анализ сценариев методом «что, если?»

Метод SWIFT13 - это основанный на групповой работе метод исследования сценариев. В нём используют наборы ключевых слов или фраз-подсказок, помогающих в процессе обсуждения участникам группы идентифицировать опасные ситуации и формировать сценарий их развития. Модератор и группа, используя стандартные фразы «что, если» в сочетании с подсказками исследуют, как система, элемент процесса, организация или процедура поведут себя под воздействием опасного события. Метод SWIFT обычно применяют для больших систем с высоким уровнем детализации.

Метод SWIFT наиболее часто применяют для исследования последствий изменений, а также исследования новых и измененных видов риска.

Метод требует до начала исследования точно определить перечень анализируемых систем, процедур, элементов, процессов и установить внутренние и внешние цели и области применения путем проведения опроса и изучения вспомогательных документов, планов и графиков. Обычно исследуемый объект (элемент, ситуацию или систему) подразделяют на части, ключевые компоненты , узлы. Это упрощает процесс анализа.

Другими ключевыми входными данными являются знания и опыт экспертов, участвующих в групповых исследованиях. Их отбор необходимо проводить очень тщательно. Все кандидатуры должны быть представлены с указанием опыта работы с аналогичными элементами, системами, их изменениями или ситуациями.

Метод состоит из следующих этапов:

В начале исследования модератор составляет список ключевых слов или фраз- подсказок, который может быть основан на их стандартном наборе или составлен самостоятельно. Цель составления списка обеспечение всестороннего анализа угроз. В начале совещания необходимо обсудить и согласовать внешние и внутренние цели и область применения исследуемых элемента, системы, их изменений или

ситуации.

Далее ведущий предлагает участникам обсудить: известные опасности и риск;

предыдущие опыт и инциденты;

13 SWIFT - Structured what-if technique.

известные и существующие средства управления и защитные меры; обязательные требования и ограничения.

Обсуждение проходит легче, если вопросы составлены с использованием фраз

«что, если» и слов или объектов-подсказок.

Примерами фраз «что, если» могут быть такие фразы, как «что произойдет, если

...», «что случится, если ...», «мог кто-то или могло что-то .». Основная задача совещания - стимулировать группу к исследованию возможных сценариев опасных событий, их причин, последствий и воздействий.

Группа исследования должна обобщить полученную информацию о риске и рассмотреть средства управления.

Описание риска, его причин, последствий и планируемых средств управления, одобренных группой исследования, должно быть зарегистрировано.

Исследовательская группа должна рассмотреть вопрос об адекватности и эффективности средств управления, оценить эффективность управления риском и дать соответствующее заключение. Если в заключении дана неудовлетворительная оценка средствам управления и процессу управления риском, то группа должна далее более глубоко рассмотреть задачу обработки риска и определить необходимые средства управления.

В процессе последующего обсуждения необходимо использовать вопросы в форме «что, если» для идентификации последующих видов риска.

Ведущий должен использовать список слов-подсказок для управления обсуждением и помощи в выявлении дополнительных проблем и сценариев развития опасного события.

Для определения приоритетности необходимых действий обычно используют качественный или смешанный методы оценки риска. Оценку риска обычно проводят с учетом существующих средств управления и их эффективности.

Выходные данные включают в себя реестр рисков и ранжированные их по значимости действия или задачи управления риском. Эти задачи могут стать основой плана обработки риска.

Метод SWIFT имеет следующие преимущества:

Метод применим ко всем формам элементов, систем, ситуаций, условий, организаций и видов деятельности.

Метод требует минимальной подготовки группы исследований.

Метод достаточно быстро помогает идентифицировать основные опасности, которые становятся очевидными в процессе обсуждения.

Системный подход к исследованию позволяет участникам увидеть реакцию системы на отклонения, не ограничиваясь рассмотрением последствий отказа компонентов.

Метод может быть использован для идентификации способов улучшения процессов и систем и определения мер, приводящих к повышению их надежности.

Вовлечение в обсуждение лиц, ответственных за существующие средства управления и дальнейшие действия по обработке риска, помогает повысить эффективность работы группы.

Метод помогает в создании реестра риска и плана обработки риска, не требуя больших дополнительных усилий.

В отличие от обычных методов, когда для оценки риска применяют качественные или смешанные методы, уделяя основное внимание

предпринимаемым действиям, метод SWIFT может быть использован для идентифи- кации опасностей и риска, для которых в дальнейшем возможно применение количественных методов оценки риска.

Метод SWIFT имеет следующие недостатки:

Для эффективного применения данного метода необходим опытный ведущий.

Необходима тщательная подготовка обсуждений, чтобы время совещания исследовательской группы не было потрачено впустую.

Если исследовательская группа не имеет достаточного опыта или если система подсказок не является всесторонней, то некоторые риски или опасности могут быть пропущены и не идентифицированы.

Применение метода на общем уровне не всегда отражает весь комплекс проблем и может не выявить детализированные или коррелированные причины.

## Анализ сценариев

Метод «анализ сценариев» - это процесс разработки описательных моделей развития событий. Метод может быть использован для идентификации риска путем рассмотрения возможных событий в будущем и исследования их значимости и последствий. Наборы сценариев, отражающих, например, «лучший случай»,

«худший случай» и «ожидаемый случай», могут быть использованы для анализа возможных последствий и их вероятности для каждого сценария.

Возможности метода можно проиллюстрировать, рассматривая основные изменения за прошлые годы в технологиях, предпочтениях потребителей, социальных отношениях и т. д.

В процессе анализа сценариев трудно прогнозировать вероятность таких изменений в будущем, однако можно анализировать последствия, помочь организациям использовать преимущества и обеспечить устойчивость к прогнозируемым изменениям.

Анализ сценариев может быть полезен в принятии политических решений и планировании будущих стратегий, а также при рассмотрении существующих видов деятельности.

Данный метод может быть использован для всех трех элементов оценки риска. На этапах идентификации и анализа риска наборы сценариев, отражающих, например, лучший, худший и наиболее вероятный случай, могут быть использованы для установления того, что может произойти в конкретных обстоятельствах, а также для анализа потенциальных последствий и их вероятности для каждого сценария.

Метод анализа сценариев может быть использован для прогнозирования возможных угроз и их развития во времени и может быть применен для всех типов риска в краткосрочной и долгосрочной перспективе. В краткосрочной перспективе при наличии достоверных данных вероятные сценарии могут быть экстраполирова- ны на основе существующих данных. В долгосрочной перспективе с учетом низкой достоверности данных анализ сценариев позволяет определить общий характер развития событий.

Анализ сценариев полезен в ситуации, когда имеются значительные различия между положительными и отрицательными результатами, в том числе во времени и для различных групп или организаций.

Необходимым условием применения метода анализа сценариев является наличие группы специалистов, обладающих пониманием характера исследуемых изменений (например, возможных достижений в экономике, технологиях и т.п.). Эти

специалисты должны быть способны спрогнозировать ситуацию в будущем, не прибегая к экстраполяции на основе данных прошлых событий. Полезно также использование данных литературных источников и данных, относящихся к происходящим изменениям.

Структура метода анализа сценариев может быть формализованной или произвольной.

После формирования группы, установления каналов обмена информацией, определения исследуемых проблем и области применения метода необходимо идентифицировать характер возможных изменений. Также следует исследовать основные тенденции и оценить вероятное время изменений на основе экспертного прогноза.

Исследуемые изменения могут включать в себя:

внешние изменения (такие как изменения финансового состояния, технологий); решения, которые необходимо принять в ближайшем будущем и которые могут

привести к различным результатам;

потребности причастных сторон и возможные изменения;

изменения в макросреде (обязательных требований, демографии и т. д.), некоторые из которых неизбежны, другие возможны.

Иногда изменения могут произойти вследствие другого рискового события. Например, изменение климата приводит к изменениям потребительского спроса на продукты питания, что влияет на то, какие продукты питания выгодно экспортировать, а какие - выращивать в своем регионе.

Затем следует составить перечень локальных факторов и макро-факторов или тенденций. После чего ранжировать их сначала по значимости, затем по неопределенности. Особое внимание следует уделять факторам, которые являются наиболее значимыми и более неопределенными.

Ключевые факторы или тенденции наносят на карту напротив друг друга, чтобы показать и выявить области разработки сценариев.

Обычно предлагают набор сценариев, каждый из которых соответствует вероятному изменению параметров.

Затем для каждого сценария составляют описание перехода от исходной ситуации к рассматриваемому сценарию. Описание может включать вероятные детали, которые могут быть очень полезны для сценария.

Далее сценарии могут быть использованы для исследования или оценки исходной проблемы. При проведении исследований необходимо учитывать все существенные, но прогнозируемые факторы (например, используют шаблоны). Затем следует исследовать выполнение политики или деятельности при реализации этого сценария и оценить результаты предварительного исследования сценария с использованием вопросов «что, если», основанных на предположениях моделей.

После проведения оценки вопросов или предположений относительно каждого сценария может стать очевидным, что именно необходимо изменить и как это сделать наиболее целесообразным и безопасным образом. Могут быть также определены основные индикаторы, указывающие на появление возможных изменений. Мониторинг основных индикаторов и предпринятые ответные меры позволяют обеспечить возможность внесения изменений в запланированные стратегии.

Так как сценарии охватывают только отдельные части возможного развития

будущих событий, важно удостовериться, что учтены вероятности появления конкретных сценариев, т. е. определить структуру риска. Например, если используют сценарии лучшего случая, худшего случая и наиболее вероятного случая, необходимо предпринять несколько попыток для их квалификации и оценить вероятность появления каждого сценария.

Наиболее подходящего сценария может не быть, однако анализ позволяет получить более четкое понимание вариантов развития событий и способов корректировки действий при изменении индикаторов.

Анализ сценариев учитывает варианты будущего развития событий и поэтому может быть более предпочтительным при традиционном подходе к прогнозированию. На основе сценариев, проводят оценку вероятности по шкале (высокая, средняя и низкая) на основе имеющихся данных, предполагая, что развитие событий будет соответствовать, известным в прошлом тенденциям. Это важно в ситуации, когда недостаточно знаний об исследуемой проблеме для прогнозирования ее развития или когда опасность может возникнуть в отдаленном будущем.

С этим преимуществом напрямую связан недостаток метода анализа сценариев, который заключается в том, что в ситуации с высокой неопределенностью некоторые из сценариев могут быть нереальными.

Главные трудности использования метода анализа сценариев связаны с наличием данных и способностью аналитиков и лиц, принимающих решения, разработать реальные сценарии с поддающимися исследованию возможными результатами.

Недостаток использования метода анализа сценариев для обоснования принятия решений состоит в том, что использованные сценарии могут не иметь достоверного обоснования; данные могут быть гипотетическими, а нереалистичность результатов может быть не выявлена.

## Метод LOPA

Метод LOPA1 - смешанный метод оценки риска, связанного с нежелательным событием или сценарием. Метод направлен на анализ достаточности мер по управлению или снижению риска.

Метод LOPA основан на выборе пар причин и последствий и идентификации уровней защиты, которые могут предотвратить причину, приводящую к нежелательному последствию. Для определения адекватности мер снижения риска до допустимого уровня необходимо провести расчет последствий.

Метод может быть использован как качественный метод исследования уровней защиты между опасностью (риском) - причинным событием и результатом.

Метод LOPA может быть полезен для эффективного распределения ресурсов, направленных на снижение риска, путем применения анализа снижения риска при внедрении каждого уровня защиты.

Входными данными метода LOPA являются:

основная информация о риске, включая опасности, причины и последствия, аналогична входным данным метода PHA;

информация о фактических и плановых средствах управления;

частота причинных событий, оценки вероятности отказа уровней защиты, оценки последствий и допустимого риска;

частота инициирующих причин, оценки вероятности отказа уровней защиты,

оценки последствий и допустимого риска.

Метод LOPA обычно выполняет группа экспертов с применением следующей процедуры:

идентификация начальных причин возникновения нежелательного результата и сбор данных об их частоте и последствиях;

выбор одной пары причина-последствие;

идентификация уровней защиты, предотвращающих причину, приводящую к нежелательному последствию, и анализ их эффективности;

идентификация независимых уровней защиты (IPL) (не все уровни защиты являются независимыми);

оценка вероятности отказа каждого IPL;

исследование частоты начальных причин совместно с вероятностями отказа каждого IPL и вероятностями реализации всех условных параметров (примером условного параметра является присутствие или отсутствие человека в зоне опасного воздействия) для определения частоты возникновения нежелательного последствия. При исследовании учитывают порядок значений частот и вероятностей;

сравнение расчетного уровня риска с допустимым его значением, для определения необходимости в дальнейшей защите.

Независимый уровень защиты IPL — система устройств (индикаторов) или действий, которые способны предупредить реализацию сценария, приводящего к нежелательному последствию, и обеспечить независимость причинных событий или уровней защиты, связанных со сценарием.

Независимыми уровнями защиты IPLs являются: конструктивные особенности проекта; физические устройства защиты;

системы блокировки и отключения;

аварийная сигнализация и возможности ручного вмешательства оператора; физическая защита при реализации события;

системы аварийного реагирования (процедуры и проверки, не относящиеся к IPLs).

Выходными данными метода являются рекомендации относительно дальнейшего применения средств управления и их эффективности для снижения риска.

Метод LOPA является одним из методов, используемых при оценке SIL для систем безопасности и автоматизированных систем.

Преимуществами метода LOPA является следующее:

Метод требует для применения меньшего времени и ресурсов, чем метод полной количественной оценки риска и является более точным, чем качественный метод экспертных оценок.

Метод LOPA помогает идентифицировать наиболее критичные уровни защиты и обеспечить их ресурсами.

Данный метод помогает идентифицировать операции, системы и процессы с недостаточным уровнем защитных мер.

Метод направлен на наиболее серьезные нежелательные последствия. Недостатками метода являются:

Метод LOPA позволяет рассматривать одну пару причина-последствие и один соответствующий сценарий при однократном к нему обращении. Данный метод не

охватывает сложные взаимодействия между рисками или средствами управления.

Количественная оценка риска не всегда может быть получена для общих видов отказов.

Метод LOPA не применим к сложным сценариям в ситуациях с большим количеством пар причин-последствий или с последствиями, затрагивающими различные причастные стороны.

## Анализ вероятностных распределений потоков платежей

Этот метод позволяет получить информацию об ожидаемых значениях чистой приведенной стоимости (NPV) и чистых денежных потоках, в разрезе распределений их уровней вероятности.

Использование этого метода предполагает, что вероятности денежных поступлений для всех вариантов известны или определены достаточно точно. Однако такие данные, как правило, недоступны. Поэтому распределения задаются исходя из мнений экспертов, а значит содержат большую долю субъективизма.

## Метод анализа дерева событий (ETA)14

Метод является графическим методом представления взаимоисключающих последовательностей событий, следующих за появлением исходного события, в соответствии с функционированием и нефункционированием систем, разработанных для смягчения последствий опасного события. Метод ETA может быть применен для качественной и/или количественной оценки.

Последовательность событий легко представить в виде их дерева и поэтому с помощью ETA легко установить ухудшающие или смягчающие последствия события, принимая во внимание дополнительные системы, функции или барьеры.

Метод ETA может быть использован для моделирования, вычисления и ранжирования (с точки зрения риска) различных сценариев инцидента после возникновения начального события.

Метод ETA может быть применен на всех стадиях жизненного цикла продукции или процесса. Данный метод может быть использован на качественном уровне при мозговом штурме, определении сценариев и последовательностей событий, которые могут возникнуть после начального события, и при определении воздействия на результат различных видов обработки риска, барьеров или средств управления, предназначенных для снижения нежелательных последствий.

При оценке приемлемости средств управления наиболее целесообразно применение метода ETA для количественного анализа. Чаще всего данный метод применяют при моделировании отказов в ситуации использования большого количества мер защиты.

Метод ETA может быть использован при моделировании начала события для выявления возможных потерь и преимуществ. Однако в обстоятельствах, где необходимо найти пути оптимизации и получения наибольших преимуществ, чаще используют моделирование с помощью дерева решений.

Входные данные Метода включают в себя:

перечень рассматриваемых начальных событий;

информацию о способах обработки, барьерах, средствах управления и соответствующих вероятностях отказа (для количественного анализа);

понимание процессов нормирования начального отказа.

14 ETA — Event Tree Analysis.

Построение дерева событий начинают с выбора начального события. Это может быть инцидент, такой как, взрыв пыли, или такое событие, как отказ системы энергоснабжения и возможное банкротство. Далее перечисляют имеющиеся функции или системы, направленные на смягчение последствий. Для каждой функции или системы чертят линии для отображения ее исправного состояния или отказа. Вероятность отказа может быть оценена и назначена для каждой такой линии. Данную условную вероятность оценивают, например, с помощью экспертных оценок или анализа дерева неисправностей. Таким образом, изображают различные пути развития событий от начального события.

Следует учитывать, что вероятности на дереве событий являются условными вероятностями, например, вероятность срабатывания разбрызгивателя системы пожаротушения, полученная при испытаниях в нормальных условиях, будет отличаться от вероятности срабатывания этой системы при возгорании, вызванном взрывом.

Каждая ветвь дерева представляет собой вероятность того, что все события на этом пути произойдут. Поэтому вероятность результата вычисляют как произведение отдельных условных вероятностей и вероятности начального события при условии независимости событий.

Выходные данные ETA включают в себя следующее:

качественное описание возможных проблем в виде комбинаций событий, представляющих собой различные следствия начального события (ранжирование последствий);

количественные оценки частоты или вероятности появления событий и относительной значимости различных последствий отказа и способствующих им событий;

перечень рекомендаций по снижению риска;

количественные оценки эффективности внедрения рекомендаций. Преимуществами метода ETA:

С помощью метода ETA легко схематично изобразить сценарии развития событий после возникновения начального события, провести анализ работоспособного состояния или отказа вспомогательных систем или функций, предназначенных для снижения последствий отказа, и оценить их влияние.

Метод помогает учесть фактор времени, увидеть взаимосвязи и цепные реакции, которые сложно исследовать с помощью метода дерева неисправностей.

Метод графически представляет последовательность событий, что невозможно сделать с помощью метода дерева неисправностей.

Недостатки метода:

Для использования метода ETA в качестве составной части общего процесса оценки необходимо идентифицировать все возможные начальные события.

Метод дерева событий применим только для двух состояний системы (работоспособного состояния и отказа), в нем трудно учесть отсроченное нарушение работоспособного состояния системы или ее восстановление.

Каждый путь реализации обусловлен сочетанием событий, произошедших в предыдущих точках ветвления схемы дерева событий. Поэтому рассматривают все взаимосвязи по возможным путям развития события. Однако некоторые взаимосвязи, например общие компоненты, системы снабжения и персонал, могут быть не учтены при рассмотрении, что может привести к излишне оптимистичной

оценке риска.

## Метод исследований опасности и функциональности (HAZOP15).

Метод представляет собой структурированный и систематизированный анализ запланированных или существующих продукции, процесса, процедуры или системы. Исследование является способом идентификации опасностей и риска для достижения целей организации, людей, оборудования, окружающей среды и/или. От исследования обычно ожидают по возможности конкретных решений по обработке риска.

Метод базируется на использовании управляющих слов, которые помогают понять, почему цели проектов или условия функционирования не могут быть достигнуты на каждом этапе проекта, процесса, процедуры или системы. Исследование обычно выполняет междисциплинарная группа в течении нескольких заседаний.

Исследование направлено на идентификацию видов отказов процесса, системы или процедуры, их причин и последствий. Особенность исследования заключается в том, что при применении этого исследования рассматривают нежелательные результаты и отклонения от намеченных результатов и условий для поиска возможных причин и видов отказа, тогда как иные методы анализ начинают с идентификации видов отказа.

Область применения метода включает в себя организационные изменения, разработку и анализ юридических документов (например, контрактов), механические и электронные системы, процедуры, системы программного обеспечения и др.

Процесс исследования может быть применен при любых изменениях конструкции, компонента(ов), разработанных процедур и действий человека.

Исследование обычно предпринимают на стадии детализации проекта, когда полная схема намеченного процесса уже разработана, однако еще можно внести необходимые изменения. С другой стороны, исследование может быть применено последовательно с различными управляющими словами на каждой стадии проектирования и разработки. Оно также может быть выполнено на стадии производства, однако на этой стадии внесение изменений по результатам исследований может быть более затратным.

Основными входными данными исследования являются:

текущая информация об исследуемой системе, процессе или процедуре, а также цели и функциональные требования к проекту;

технологические карты, схемы управления процессом и соответствующих логических связей схемы размещения оборудования, процедуры функционирования и технического обслуживания, планы действий в аварийных ситуациях.

В процессе исследования рассматривают проект и требования: к исследуемому процессу, процедуре или системе, подразделяют их на части и проводят анализ каждой из этих частей, чтобы обнаружить: какие отклонения могут произойти, что может быть причиной отклонений, и какова вероятность их последствий.

Этих целей достигают путем систематического исследования того, как каждая часть системы, процесса или процедуры реагирует на изменения основных параметров при использовании подходящего управляющего слова.

15 HAZOP — Hazard and Operability Study.

Управляющие слова могут быть подобраны для конкретной системы, процесса или процедуры, или могут быть использованы общие управляющие слова, охватывающие все типы отклонений.

В таблице ниже приведены примеры часто используемых управляющих слов для технических систем.

Т а б л и ц а. Пример управляющих слов исследования HAZOP

|  |  |
| --- | --- |
| Термины | Определения |
| Не или нет Более (выше)Менее (ниже)Также как, частьЗамена/напротив ДругойСовместим | Полное отрицание целей проектаКоличественное увеличение значений параметров выходных данных или рабочих условийКоличественное уменьшение значений параметров Количественное увеличение (например, дополнительный материал)Количественное уменьшение (например, только один или два компонента в смеси)Логическая противоположность (например, противоток) Полное отрицание целей проекта, результаты прямо противоположные (например, оглавление или несоответствующий материал)С материалом или окружающей средой |
| Управляющие слова применимы к таким параметрам, как: |
| Физические свойства материала или процесса Физические условия, такие как температура, скоростьУказанное назначение компонента системы или проекта (например, передача информации)Эксплуатационные аспекты |

Такие управляющие слова как «слишком рано» или «слишком поздно»,

«больше» или «меньше», «слишком долго» или «слишком быстро», а также

«неправильное направление», «неправильная цель», «неправильное действие», могут быть использованы для идентификации ошибок менеджера (оператора).

Этапы исследования включают в себя:

назначение лица, наделенного необходимыми ответственностью и полномочиями для проведения исследования HAZOP и обеспечения любых действий, направленных на полное завершение этого процесса;

определение целей и области применения исследования;

установление набора ключевых и управляющих слов для исследования; формирование группы HAZOP; в эту группу обычно включают экспертов по

основным и смежным дисциплинам, проектировщиков и производственный персонал, способных провести соответствующую техническую экспертизу и оценить воздействие отклонений от намеченного или существующего проекта. Рекомендуется включать в группу персонал, который непосредственно не вовлечен в работы по рассматриваемому проекту, системе, процессу или процедуре;

определение требуемой документации.

На совещании группа исследователей проводит следующие действия: подразделяет систему, процесс или процедуру на меньшие элементы,

подсистемы, подпроцессы, компоненты для проведения их анализа;

согласовывает задачи проекта для каждой подсистемы, подпроцесса или

компонента, и затем для каждого элемента подсистемы или компонента применяет управляющие слова, одно за другим, что позволяет выявить возможные отклонения, которые могут привести к нежелательным результатам;

в случае идентификации нежелательных результатов согласовывает причину и последствия для каждого события и предлагает способы их обработки, направленной на предотвращение их повторного появления или смягчения возможных последствий, если они неизбежны;

регистрирует и идентифицирует протоколы обсуждений и предложенные способы обработки риска.

Выходные данные метода включают следующие требования:

В процессе исследования время обсуждения по каждому пункту проекта должно быть зарегистрировано.

Записи должны включать в себя: используемое управляющее слово, отклонение(я), его (их) возможные причины, предложенные действия по идентифицированным проблемам и ответственного за эти действия.

Для любого отклонения, которое нельзя исправить, необходимо оценить его риск.

Исследование имеет следующие преимущества:

Метод обеспечивает систематическое и полное исследование системы, процесса или процедуры.

К работе привлекаются эксперты по смежным направлениям деятельности, включая специалистов, имеющих практический производственный опыт работы, которым, вероятно, придется внедрять рекомендации по обработке риска.

Метод помогает в выборе решения и способов обработки риска.

Метод применим к широкому диапазону систем, процессов и процедур.

Метод позволяет точно рассмотреть причины и последствия ошибок исполнителей.

В рамках процесса исследования проходит регистрация всех записей, что позволяет обеспечить объективные свидетельства для дальнейшего анализа.

Недостатки исследования HAZOP:

Детальный анализ может быть длительным по времени и поэтому быть дорогостоящим.

Детальный анализ требует наличия подробной документации и требований к системам, процессам или процедурам.

Исследование может быть сосредоточено на нахождении детальных решений, а не на пересмотре использованных основных предположений (этот недостаток можно смягчить поэтапным применением метода).

Обсуждение может быть сосредоточено на отдельных проблемах проекта и не касаться широких или внешних проблем.

Метод ограничен задачами проекта, областью и целями исследования, определенными для группы.

Метод основан на экспертных оценках разработчиков, которым может быть сложно, установить недостатки своих проектов.

## Метод корректировки нормы дисконта

Метод корректировки нормы дисконта реализует идею приведение стоимости будущих денежных потоков платежей к настоящему моменту времени, по более высокой норме. Это значит, что результаты метода существенно зависят от

величины надбавки за риск и не дают никакой информации о возможных отклонениях результатов.

Метод предполагает увеличение риска во времени с постоянным коэффициентом, что нельзя считать вполне корректным, так как многие проекты характеризуются постепенным рисков снижением их к концу реализации. Из-за этого, рентабельные проекты, не предполагающие со временем существенного изменения риска, могут быть отклонены.

Метод также не предосталяет информации о распределениях будущих потоков платежей по уровням их вероятностней и не позволяет получить их оценку.

Наконец, простота метода достигаемая путём существенных ограничений в возможностях моделирования различных вариантов, сводится к анализу зависимости критериев *NPV (IRR,PI* и др.) от изменений только одного показателя - нормы дисконта. Тем не менее метод корректировки нормы дисконта широко применяется на практике.

## Метод анализа опасности и критических контрольных точек

Метод анализа опасности и критических контрольных точек (HACCP16) позволяет построить структуру идентификации опасностей (рисков) и проверки средств управления во всех элементах процесса. Метод направлен на защиту от рисков и обеспечение высокой надежности функционирования и безопасности производства. Основной целью HACCP является минимизация риска путем применения средств управления в процессе производства продукции, а не только при контроле конечной продукции.

В настоящее время данный метод обычно используют организации пищевой промышленности для управления риском физического, химического или биологического загрязнения пищевых продуктов. Метод также используют при изготовлении фармацевтических препаратов и медицинских устройств. Принцип идентификации факторов, которые могут повлиять на качество продукции, и использование контрольных точек производственного процесса, где необходим мониторинг критических параметров и возможных опасностей, может быть также применен в других технических и экономических системах.

Применение метода HACCP начинают с составления технологической карты или блок-схемы процесса и сбора информации об опасностях (рисках), которые могут повлиять на качество, безопасность или надежность процесса и конечной продукции. Информация об опасностях, соответствующем риске и способах их контроля представляет собой входные данные HACCP.

Метод HACCP основан на следующих принципах:

идентификация опасностей и соответствующих предупреждающих действий; определение контрольных точек процесса, в которых можно устранить

опасности или контролировать их возникновение (критические контрольные точки, или CCP);

установление критических границ при контроле возникновения опасностей, т. е. для каждой критической контрольной точки необходимо установить диапазон изменения параметров;

мониторинг критических границ для каждой критической контрольной точки;

16 HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points. Метод иногда называют

«Анализ рисков и критических контрольных точек».

определение корректирующих действий, если параметры процесса вышли за установленные границы;

установление процедур верификации;

внедрение процедур управления записями и документацией на каждом этапе процесса.

Зарегистрированные записи, включая карты анализа опасностей и план HACCP, представляют собой выходные данные НАССР.

В карту анализа опасностей для каждого этапа процесса должны быть включены:

опасности, которые могут быть новыми, контролируемыми или возрастающими на данном этапе процесса;

оценка значимости риска данных опасностей (такая оценка риска основана на рассмотрении последствий и вероятности опасного события и является результатом объединения полученного ранее опыта, полученных экспериментальных данных и данных опубликованных источников);

заключение о значимости совокупного риска;

возможные предупреждающие действия для каждой опасности;

возможность применения мониторинга или контроля возникновения опасности на данном этапе (т. е. подтверждение того, что точка является критической контрольной точкой).

План HACCP содержит сопроводительные процедуры, применение которых обеспечивает управление риском конкретных проекта, продукции, процесса или процедуры. План HACCP включает в себя перечень всех критических контрольных точек с указанием для каждой контрольной точки:

критических границ, допускающих проведение предупреждающих действий; выполняемых действий по мониторингу и непрерывному контролю (в том

числе когда, кто и каким способом выполняет мониторинг);

требуемые корректирующие действия при обнаружении нарушения критических границ;

способа верификации и действий по регистрации записей. Преимущества метода:

Метод HACCP представляет собой структурированный процесс, который обеспечивает документированные свидетельства качества идентификации опасности, управления и снижения риска.

Метод HACCP ориентирован на решение практических вопросов: как и где в процессе можно предупредить появление опасностей и управлять риском.

Метод HACCP позволяет управлять риском в процессе производства, не полагаясь только на контроль готовой продукции.

Метод HACCP дает возможность идентифицировать опасности, вызванные действиями человека, и содержит способ управления в момент совершения ошибочного действия или впоследствии.

Недостатки метода:

Для применения метода HACCP необходимо, чтобы опасности были идентифицированы и определен соответствующий им риск. Также должны быть определены необходимые средства управления. В процессе применения метода HACCP необходимо определить критические контрольные точки и контролируемые параметры, что не всегда возможно и часто требует применения других методов

менеджмента риска.

Принятие мер только при выходе контролируемых параметров за установленные границы не всегда дает эффективные результаты, поскольку не позволяет учесть изменения среднего процесса, когда контролируемый параметр изменяется вблизи границы.

## Метод Мозгового штурма

Сущность метода мозгового штурма заключается в том, что отбирается группа квалифицированных экспертов, которая оценки и выводы делает в ходе заседания. Все эксперты делятся на две группы: первая генерирует идеи (выставляет оценки), а вторая их анализирует. При этом запрещается критиковать ту или иную идею.

Идея, с которой согласится большинство экспертов, и считается правильной. Метод "мозгового штурма":

достаточно оперативен и надежен;

это максимум идей за короткий отрезок времени; это отсутствие какой-либо критики;

это развитие, комбинация и модификация как своих, так и чужих идей.

Этот метод специально разработан для получения максимального количества предложений. Его эффективность поразительна: 6 человек за полчаса могут выдвинуть 150 идей. Бригада проектировщиков, работающая обычными методами, никогда не пришла бы к мысли о том, что рассматриваемая ими проблема имеет такое разнообразие аспектов.

Метод мозгового штурма представляет собой обсуждение проблемы группой специалистов в доброжелательной манере, целью которого является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и/или способов обработки риска.

Термин «мозговой штурм» часто используют более широко для обозначения любого обсуждения в группе. Однако в процессе классического мозгового штурма применяют специальные методы, когда утверждения одних участников обсуждения способствуют возникновению у остальных участников мозгового штурма новых оригинальных идей.

Метод предполагает стимулирование обсуждения, периодическое направление обсуждения группы в смежные области и обеспечение охвата проблем, выявленных в результате обсуждения.

Метод мозгового штурма может быть использован самостоятельно или применен в сочетании с другими методами оценки риска. Метод направлен на поощрение образного мышления участников и применим на всех стадиях процесса менеджмента риска и всех стадиях жизненного цикла системы. Данный метод может быть использован для общего обсуждения, когда проблемы только идентифицированы, для более детального анализа и для конкретных проблем.

При применении метода мозгового штурма особое значение придается возможности участников прогнозировать ситуацию. Поэтому данный метод особенно полезен при идентификации риска применения новых технологий, когда отсутствуют данные или необходимы новые нестандартные способы решения проблемы.

Входные данные метода – это команда специалистов, обладающих знанием организации, системы, процесса или методов, которые необходимо оценить.

Процесс мозгового штурма может быть формальным или неформальным.

Формальный процесс мозгового штурма обычно более структурирован: участники заранее подготовлены, точно установлены цель обсуждения и способы оценки выдвинутых идей и полученных результатов. Неформальный процесс мозгового штурма менее структурирован и часто носит узкоспециализированный характер.

В формальном процессе ведущий выполняет следующие действия: формулирует до обсуждения наводящие и провоцирующие вопросы,

соответствующие обсуждаемой проблеме;

определяет цели обсуждения и объясняет его порядок;

первым начинает обсуждение (задает направление обсуждения), а члены команды рассматривают выдвигаемые идеи, стараясь идентифицировать как можно больше проблем и решений. При этом никто не обсуждает правильные они или нет и необходимость внесения их в список. Все идеи имеют право на внесение в список, что обеспечивает свободное обсуждение без запретов и остановок. Все входные данные принимают и не подвергают критике, поэтому группа быстро продвигается в исследовании и всестороннем обсуждении проблемы;

ведущий может направить обсуждение в иное русло путем привлечения новых членов команды, когда идеи, высказанные в одном направлении, исчерпаны или обсуждение слишком отклонилось от поставленных целей. Основная цель заключается в необходимости собрать как можно больше разнообразных идей для последующего анализа.

Выходные данные зависят от стадии процесса менеджмента риска, на которой применен метод мозгового штурма, например, на стадии идентификации, выходными данными могут быть перечни опасных событий и необходимых средств управления.

Преимуществами метода мозгового штурма являются:

развитие у участников нестандартного мышления, которое помогает в идентификации новых видов риска находить новые решения;

вовлечение в обсуждение ключевых причастных сторон и, следовательно, улучшение процесса обмена информацией;

быстрота и легкость применения метода.

*Недостатки метода*

Возможен недостаток навыков и знаний участников обсуждения для эффективного генерирования идей.

Так как метод прост и не структурирован, то трудно проверить всесторонность обсуждения и подтвердить, что все опасности и виды риска идентифицированы.

Динамика обсуждения в группе может быть такой, при которой некоторые участники, располагающие ценными идеями, не проявляют себя, в то время как другие доминируют при обсуждении. Этот недостаток может быть преодолен путем привлечения компьютерной техники и использования метода закрытых групп или дискуссионного форума. Метод компьютерного мозгового штурма допускает анонимное участие, что позволяет избежать личных и политических разногласий участников. При использовании метода закрытых групп идеи направляются координатору и затем обсуждаются членами группы.

## Метод синектики

Синектика - разновидность метода «мозгового штурма». Главное ее отличие состоит в том, что синекторы выдвигают не законченные идеи, а лишь ассоциации

и аналогии, выступающие в роли кирпичиков для «бессознательного» построения идеи в целом. Незавершенные мысли высказываются в форме образов, метафор, сравнений и описания ощущений.

На практике используют пять типов аналогий, называемых «операторами синектики».

Прямая аналогия - сравнение исследуемых фактов с похожими фактами из других областей науки или практики. Идея прямой аналогии состоит в сравнении исследуемых фактов с похожими фактами из других областей науки или практики. Наиболее распространенными являются сравнения хозяйственных организаций как социально-экономических систем с системами другого рода: биологическими (фирма как растение), техническими (бизнес-процессы как управляющие импульсы и движение машины) и т.п. Очевидно, что для реализации этого оператора синектики требуются люди, имеющие разносторонние знания и склонные к системному анализу проблем и объектов, способные мысленно выйти за границы своей профессиональной деятельности.

Личная (субъективная) аналогия позволяет представить себя тем предметом (частью предмета) или явлением, о котором идет речь в задаче. Личная аналогия требует от синектора яркого воображения и способностей к перевоплощению, сравнимых с артистическими талантами. Основная задача субъективной аналогии - позволить разглядеть такие аспекты изучаемой проблемы, которые, в силу инерционности нашего мышления, не могут быть обнаружены при помощи обычных размышлений. Другими словами, синектор должен найти свой индивидуальный образ и вжиться в него, представив себя частью рассматриваемой проблемы. При этом образы и аналогии, высказываемые синекторами, могут любыми, в том числе такими, которые на первый взгляд кажутся нелепыми и смешными. Главное, чтобы они помогли синектору высказать то, что практически невозможно высказать, используя логические выводы и рациональные рассуждения. Символическая аналогия заключается в обнаружении парадоксов и противоречий в привычных и понятных фактах. Символическую аналогию иногда называют оператором позитивного скептицизма. Она заключается в обнаружении парадоксов и противоречий в привычных и понятных фактах. Применяя символическую аналогию, синектор должен сначала распознать основное качество исследуемого явления или проблемы, выявить противоположное ему качество, а затем попытаться определить их сочетание. Другими словами, синектор должен одной компактной (быть может, немного странной) фразой выразить связь между несопоставимыми понятиями, наиболее емко характеризующими анализируемое

явление или объект.

Образная аналогия - мысленная замена изучаемого явления или объекта некоторым образом, удобным для последующего сравнения с другим образом, принятым за эталон или стандарт. Задачей образной аналогии является мысленная замена изучаемого явления или объекта некоторым образом, удобным для последующего сравнения с другим образом, принятым за эталон или стандарт. Такое сравнение призвано помочь выявить скрытые возможности и определить пути решения проблемы. Огромную роль при формировании образной аналогии играет воображение синектора, его умение подмечать эмоционально-художественное сходство различных явлений и предметов.

Фантастическая аналогия - символическое описание желаемого будущего или нереальных ситуаций, в которых отсутствуют объективные законы и явления, препятствующие принятию желаемого решения в реальном мире. Этот оператор синектики также как и предыдущие требует от участников процедуры развитого воображения и творческой свободы. Но в данном случае свобода образного мышления должна быть максимальной. При высказывании фантастических аналогий основной упор делается на символическом описании желаемого будущего или нереальных ситуаций, в которых отсутствуют объективные законы и явления, препятствующие принятию желаемого решения в реальном мире.

Для организации метода синектики необходимо:

сформировать специальную группу — группу синекторов; создать особые условия ее работы;

сформулировать задачу;

на основе анализа высказываемых ассоциаций, построить окончательное решение.

Основной трудностью организации процедуры является необходимость тщательного подбора людей в группу синекторов.

Главным критерием является склонность человека к эмоциональному восприятию проблемы. Восприятие через эмоции противоречит требованиям рациональных методов поиска решений.

В синектике же, напротив, именно иррациональное восприятие должно преобладать над рациональным мнением. Для подбора синекторов, как правило, применяются специальные психологические тесты.

Часто бывает полезным включить в группу синекторов одного эксперта, являющегося наиболее высококлассным специалистом в рассматриваемой области. Он может играть одну из двух ролей:

«энциклопедиста-переводчика», квалифицированно разъясняющего синекторам термины, понятия и наиболее сложные для понимания аспекты проблемы;

«адвоката дьявола», вносящего возмущения в идеи и предположения с целью привязки их к существу проблемы.

Однако при этом эксперт не должен играть роль лидера группы. Наличие постоянного лидера является скорее ошибкой, чем условием успешности процедуры. Однако в процессе высказывания идей, среди синекторов могут появляться временные лидеры, основная задача которых заключается в активизации процесса и содействии отказа от стереотипов мышления. Считается, что успешность поиска решения по методу синектики зависит, прежде всего, от степени достижения группой синекторов определенных психологических состояний. Речь идет лишь о создании особого психологического климата, позволяющего последовательно

«провести» участников процедуры через четыре состояния:

первоначальной отвлеченности от проблемы с постепенным вхождением в ее сущность и детали;

сдержанности суждений и отказа от окончательных выводов; непринужденности и естественности в рассуждениях, склонности к

обыгрыванию ситуаций;

проявления рациональности в суждениях и приобретения чувства удовлетворенности творческой работой и ее результатами.

## Ранжирование

Ранжирование предполагает упорядочение оцениваемых объектов в порядке возрастания или убывания их качеств. Ранжирование может осуществляться несколькими методами, но в основе каждого из них лежат экспертные методы. Рассмотрим лишь некоторые из них.

Мягкая рейтинговая оценка - наиболее распространенная форма проведения рейтинга. Согласно этому методу эксперты оставляют в списке, не указывая приоритет, наилучшие, с их точки зрения, оцениваемые объекты. Наивысший ранг получает объект, набравший большее число голосов экспертов.

Непосредственное ранжирование - самый простой способ проведения рейтинга. Сущность этого метода состоит в том, что эксперты располагают в определенном порядке (как правило, возрастания или убывания качеств) оцениваемые объекты, затем рассчитывается среднее арифметическое место каждого объекта и в соответствии с этим значением составляется окончательно упорядоченный список. Достоверность результатов экспертизы проверяется по значению коэффициента конкордации - согласованности методов экспертов.

Попарное сравнение - более сложный вариант ранжирования, в соответствии с которым эксперты, сопоставляя поочередно каждые два оцениваемых объекта, определяют, какой из них лучше, затем эти мнения усредняются и составляется окончательный рейтинг по правилу; «Если А лучше В, В лучше С, то А лучше С». Проблема применения этого способа связана с тем, что экспертам приходится анализировать большое число пар, при этом усреднение может привести к логическому тупику: «А лучше В, В лучше С, С лучше А». Кроме того, непосредственное ранжирование невозможно применить, если список оцениваемых объектов остается открытым

Ранжирование на основе балльной оценки сочетает в себе преимущества непосредственного ранжирования и ранговой корреляции. При этом список оцениваемых объектов может быть неограничен. Эксперты сами называют число объектов и оценивают их в баллах или располагают их в определенном порядке. При этом порядковому номеру присваивается соответствующее число баллов. Для получения окончательного упорядоченного списка ранжируемых объектов баллы складываются, а объекты располагаются в порядке возрастания или убывания баллов. Балльное ранжирование стало одним из наиболее популярных методов рейтинговой оценки среди российских аналитических агентств

Главная проблема ранжирования связана с тем, что сравнения объектов осуществляются по нескольким показателям, и результаты могут быть неоднозначными: лидер по одному показателю может стать аутсайдером по другому.

Чтобы снизить субъективное влияние экспертов, в рейтинг включаются объективные характеристики объектов, реально поддающиеся измерению без участия экспертов. Рейтинг в этой форме получил наименование скоринга, который является оцениваемым на основе системы показателей и балльной оценки.

Метод простого ранжирования основан на том, что каждый эксперт располагает набором признаков, например время реализации, финансовые затраты, повышение объема сбыта, величина дополнительной прибыли, качество продукции. Данные признаки располагают для каждого решения в порядке предпочтения. Цифрой 1 обозначается наиболее важный признак, цифрой 2 - следующий за ним по важности

и т. д. Полученные данные сводятся в таблицу и обрабатываются либо вручную, либо с помощью методов математической статистики.

Метод балльной оценки риска - это один из методов экспертизы риска на основе обобщающего показателя, определяемый по ряду экспертно оцениваемых частных показателей (факторов) степени риска. Он состоит из следующих этапов:

определение факторов, определяющих степень риска проекта; выбор обобщенного критерия и частных показателей, характеризующих каждый фактор;

оценка обобщенного критерия степени риска инновационного проекта; выработка рекомендаций по управлению риском при реализации

инновационного проекта.

Данный метод широко используется в деятельности рейтинговых и аналитических агентств, при оценке региональных, политических и кредитных рисков.

## Метод портфолио

Методы портфолио - это общее название группы методов анализа и управления инвестициями, позволяющих на основе экономико-математических, статистических и других методов разработать с учетом риска:

принципы работы на финансовом рынке (направления инвестиций по сегментам, отраслям и/или рынкам);

условия изменения структуры инновационного портфеля (покупки или продажи конкретных ценных бумаг и т.п.).

Методы портфолио разрабатываются финансовыми аналитиками для профессиональных участников финансового рынка, и, как правило, являются ноу- хау.

Алгоритм оценки риска с помощью качественных технологий можно представить в виде следующей последовательности этапов:

1.Определение факторов риска. 2.Идентификация рисков.

1. Ранжирование рисков.
2. Определение области риска: малый, допустимый, критический, катастрофический.
3. Составление карты стоп-лосов (сигналов) рисков.

## Причинно-следственный анализ

Причинно-следственный анализ является структурированным методом идентификации возможных причин нежелательного события или проблемы. Данный метод позволяет скомпоновать возможные причинные факторы в обобщенные категории так, чтобы можно было исследовать все возможные гипотезы. Однако применение этого метода позволяет идентифицировать фактические причины. Причины могут быть определены только на основе эмпирических данных или эмпирическим путем. Информацию представляют в виде диаграммы «рыбьего скелета» (метод также называют диаграммой Исикавы) или иногда в виде древовидной схемы.

Причинно-следственный анализ обеспечивает структурированное графическое представление перечня причин одного следствия. В зависимости от объекта исследований следствие может быть положительным (цель) или отрицательным (проблема).

Метод используют для исследования всех возможных сценариев и причин, предложенных группой экспертов. Метод позволяет достичь согласованного мнения относительно наиболее вероятных причин, которые могут быть далее проверены опытным путем или на основе имеющихся данных. Наиболее целесообразно применять данный метод в самом начале анализа, что позволяет расширить диапазон представлений о возможных причинах, а затем сформулировать гипотезы, которые далее следует рассмотреть в соответствии с установленной процедурой.

Построение причинно-следственной диаграммы позволяет:

идентифицировать возможные первопричины и/или основные причины для определенного следствия, проблемы или условия;

провести анализ в ситуации и найти взаимосвязь между взаимодействующими факторами, связанными с исследуемым процессом;

провести анализ существующих проблем для принятия корректирующих действий.

Преимуществами построения причинно-следственной диаграммы являются: содействие определению первоначальных причин проблемы с применением

структурированного подхода;

содействие в работе группе экспертов и более полному использованию знаний экспертов о продукции или процессе;

применение простого для восприятия типа диаграммы для отображения причинно-следственных связей;

выявление возможных причин изменений в процессе;

идентификация областей сбора данных для дальнейших исследований.

Причинно-следственный анализ может быть использован как метод выполнения анализа первопричины.

Входными данными причинно-следственного анализа являются результаты экспертизы, опыт участников рабочей группы, ранее разработанные модели, использованные в предыдущих исследованиях.

Причинно-следственный анализ должен быть выполнен группой экспертов, имеющих знания и опыт по исследуемой проблеме.

Основными этапами причинно-следственного анализа являются:

установление следствия, которое необходимо проанализировать, и размещение его справа в соответствующем блоке диаграммы. Следствие может быть положительным (цель) или отрицательным (проблема) в зависимости от обстоятельств;

определение основных (главных) категорий причин и указание их в соответствующих блоках диаграммы «рыбьего скелета». При анализе систем обычно выделяют следующие категории причин: персонал, оборудование, рабочая среда, процессы и др. Категории определяют в соответствии с объектом исследования;

указание возможных причин для каждой основной (главной) категории на ветвях и ответвлениях для описания взаимосвязей между ними;

продолжение исследования путем итеративной постановки вопросов

«почему?» или «что это вызвало?» для установления связей между причинами; анализ всех ветвей и ответвлений, направленный на проверку

последовательности и полноты выявленных причин, и их отношения к основному следствию;

идентификация наиболее вероятных причин данного следствия на основе согласованного мнения рабочей группы экспертов и доступных объективных свидетельствах.

Результаты обычно представляют в виде диаграммы «рыбьего скелета» (диаграммы Исикавы) или в виде дерева.

Диаграмма «рыбьего скелета» структурирована путем разделения причин на основные (главные) категории (представленные ребрами «рыбьего скелета») и более мелкими ответвлениями, конкретизирующими причины этих категорий.

Изображение данной диаграммы в виде древовидной схемы аналогично дереву неисправностей, но обычно эту диаграмму строят слева направо, а не сверху вниз. Однако при применении такой диаграммы бывает затруднительно представить результат в количественном выражении и оценить вероятность главного события, поскольку причины в большей степени понимают как возможные факторы, которые могут вызвать рассматриваемое событие, а не отказы с известной вероятностью возникновения.

причинно-следственную диаграмму обычно применяют для определения качественных оценок. Можно предположить, что вероятность возникновения проблемы составляет 1, и распределить вероятности по обобщенным причинам, затем по подпричинам, основываясь на степени доверия или значимости. Однако зачастую между факторами, которые могут вызвать события, существует взаимосвязь, она способствует возникновению результата более сложным способом, что делает количественную оценку недостоверной.

Выходными данными причинно-следственного анализа являются диаграммы в виде «рыбьего скелета» или древовидной схемы, которые показывают возможные причины исследуемого события. Полученные данные необходимо проверить теоретически и экспериментально, прежде чем будут предложены дальнейшие рекомендации.

Преимуществами метода являются:

привлечение компетентных экспертов в работу группы; применение структурированного анализа;

рассмотрение всех вероятных предположений и гипотез;

графическое отображение результатов в простой для восприятия форме; определение областей, в которых требуются дополнительные данные; возможность установления факторов, которые могут вызвать рассматриваемое

событие, как для благоприятных, так и для нежелательных результатов. Позитивный взгляд на проблему может стимулировать большую ответственность и вовлеченность участников.

Метод имеет следующие недостатки:

группа экспертов может не иметь необходимой компетентности;

для разработки рекомендаций метод необходимо применять только как часть анализа первопричины;

метод предназначен для проведения мозгового штурма, а не самостоятельного анализа;

разделение причинных факторов на основные категории в начале анализа означает, что взаимосвязи между категориями причин могут быть не рассмотрены должным образом, например, отказ оборудования, вызванный ошибкой оператора, или ошибки оператора, вызванные недостатками конструкции системы.

## Анализ «галстук-бабочка»

Метод представляет собой схематический способ описания и анализа пути развития опасного события от причин до последствий. Основное внимание в нём сфокусировано на барьерах между причинами и опасными событиями и опасными событиями и последствиями. Диаграммы «галстук-бабочка» могут быть построены на основе выявленных сбоев (неисправностей) и деревьев событий. Но чаще их строят непосредственно в процессе проведения мозгового штурма.

Анализ «галстук-бабочка» используют для исследования риска на основе демонстрации диапазона возможных причин и последствий. Его целесообразно применять в ситуации, когда исследование в большей мере направлено на создание барьеров или средств управления для каждого пути возможного риска (отказа). Метод может быть полезен в том случае, когда точно установлены независимые пути, приводящие к реализации риска (отказу).

Анализ «галстук-бабочка» часто значительно более прост для понимания, чем анализ дерева событий и, следовательно, он может быть полезен для обмена информацией при использовании более сложных методов.

Входными данными метода является информация о причинах и последствиях опасных событий, риске, барьерах и средствах управления, которые могут их предотвратить, смягчить или стимулировать.

Анализ «галстук-бабочка» следует строить в соответствии со следующей процедурой:

Определение опасного события, выбранного для анализа, и отображение его в качестве центрального узла «галстука-бабочки».

Составление перечня причин события с помощью исследования источников риска или опасности.

Идентификация механизма развития опасности до критического события.

Проведение линии, отделяющей причину от события, что позволяет сформировать левую сторону бабочки. Дополнительно могут быть идентифицированы и включены в диаграмму факторы, которые могут привести к эскалации опасного события и его последствий;

Нанесение поперек линии вертикальных преград, соответствующих барьерам, предотвращающим нежелательные последствия.

Если определены факторы, которые могут вызвать эскалацию опасного события, то дополнительно могут быть представлены барьеры, предупреждающие подобную эскалацию.

Данный подход может быть использован для положительных последствий, когда преграды отражают средства управления, стимулирующие появление и развитие события.

Идентификация в правой стороне бабочки различных последствий опасного события и проведение линий, соединяющих центральное событие с каждым возможным последствием.

Изображение барьеров в качестве преград по направлению к последствию. Данный подход может быть использован для положительных последствий, когда преграды отражают средства управления, обеспечивающие появление благоприятных последствий;

Отображение под диаграммой «галстук-бабочка» вспомогательных функций управления, относящихся к средствам управления (таких как обучение и проверки),

и соединение их с соответствующим средством управления.

В диаграмме «галстук-бабочка» могут быть применены некоторые виды количественной оценки, например, в ситуации, когда пути независимы и известна вероятность конкретных последствий или результатов. Подобная количественная оценка необходима для обеспечения эффективности управления. Однако необходимо учитывать, что во многих ситуациях пути и барьеры взаимозависимы, и средства управления могут быть связаны с выбранным методом оценки, следовательно, эффективность управления является неопределенной.

Выходными данными метода является простая диаграмма, показывающая основные пути опасных событий и установленные барьеры, направленные на предотвращение или смягчение нежелательных последствий и/или усиление и ускорение ожидаемых последствий.

Преимущества метода:

Метод обеспечивает наглядное, простое и ясное графическое представление проблемы.

Метод ориентирован на средства управления, направленные на предупреждение и/или уменьшение последствий опасных событий, и оценку их эффективности.

Метод может быть применен в отношении благоприятных последствий.

Применение метода не требует привлечения высококвалифицированных экспертов.

Недостатки метода:

Метод не позволяет отображать совокупности причин, возникающих одновременно и вызывающих последствия.

Метод может представить сложные ситуации в чрезмерно упрощенном виде, особенно при применении количественной оценки.

## Анализ влияния человеческого фактора

Метод HRA17 применяют для оценки влияния действий человека на работу системы, организации, процесса.

Во многих случаях существует возможность ошибки менеджера, особенно в случае если у него недостаточно времени для принятия решений. Вероятность того, что события будут развиваться таким образом, что приведут к серьезным проблемам, должна быть мала. Тем не менее, в некоторых случаях действие менеджера может быть единственной возможностью, предотвращающей катастрофические последствия риска.

Значимость оценки действий менеджера подтверждается событиями, в которых критические ошибки менеджера способствовали катастрофическому развитию событий. Они показывают неприемлемость оценок риска, учитывающих только технические, программные и функционально-организационные возможности системы. Они показывают опасность игнорирования возможных ошибок менеджера. Более того, оценка действий менеджера позволяет выявить ошибки, которые могут отрицательно влиять на эффективность деятельности и определить способы устранения ошибок обусловленных человеческим фактором.

Метод HRA может быть использован как в качественном, так и в количественном виде. Качественная оценка действий менеджера может быть

17 HRA - Human Reliability Assessment.

использована для идентификации его возможных ошибок и их причин, что позволяет снизить вероятность таких ошибок. Кроме того, метод HRA может быть использован для получения количественных данных о рисках, связанных с ошибками менеджмента, для применения FTA или других методов.

Входными данными метода HRA являются:

информация для определения задач, выполняемых операторами;

данные о типичных ошибках, встречающихся на практике, и их причинах; экспертные оценки ошибок оператора (человека) и их количественное

выражение.

Процесс HRA включает следующие этапы:

Постановка задачи - определение типов действий менеджера (человека), которые должны быть исследованы и оценены.

Анализ задачи **-** определение способов выполнения задачи и вспомогательных средств, необходимых для ее выполнения.

Анализ ошибки менеджера - определение отказов, возникающих в процессе выполнения задачи, возможных ошибок оператора и способов их устранения.

Представление - определение того, как эти ошибки при выполнении задачи в сочетании с другими событиями, связанными с оборудованием, программным обеспечением и воздействующими факторами, могут быть использованы для расчета вероятности отказа системы в целом.

Предварительная проверка - определение ошибок или задач, требующих детальной количественной оценки.

Количественная оценка - определение вероятности ошибок оператора и отказов при выполнении задачи.

Оценка воздействия - определение значимости ошибок или задач, т. е. ошибок и задач, в большей степени влияющих на обеспечение надежности или приемлемого уровня риска.

Сокращение ошибок - определение способов сокращения количественных ошибок оператора.

Документирование - определение информации и деталей анализа HRA, которые должны быть зарегистрированы.

На практике процесс HRA чаще всего выполняют поэтапно, хотя иногда некоторые его части (например, анализ задач и идентификацию ошибок) проводят параллельно.

Выходными данными метода являются:

перечень ошибок, которые могут произойти, и методы их сокращения (предпочтительно через модернизацию системы);

виды ошибок, причины и последствия типичных ошибок;

качественная или количественная оценка риска рассмотренных ошибок. Преимущества метода HRA:

Метод HRA обеспечивает формализованный способ исследования ошибок оператора при оценке риска для систем, в которых персонал играет важную роль.

Формализованное исследование видов и ошибок оператора и способов позволяет уменьшить вероятность отказов, вызванных этими ошибками.

Недостатками метода являются:

Сложность и многообразие способов поведения операторов создает значительные трудности при определении простых видов отказа и оценки их

вероятности.

Невозможно описать многие действия менеджера с помощью понятий

«работоспособное» и «неработоспособное» состояние.

Метод HRA трудно применить в ситуации с частичными сбоями по причине принятых несоответствующих решений.

В рамках реализации данного метода, также можно рекомендовать проведение анализа иерархий для оценки утечники полномочий, с помощью посроения ролевого дерева снижения доступности информации и возможностей управленческого воздействия.

## Количественные методы оценки рисков

### Метод финансовых коэффициентов

Для оценки финансовых рисков операционной деятельности используют следующие группы финансовых коэффициентов:

1. Ликвидности и платежеспособности или условие абсолютно ликвидного баланса.
2. Финансовой устойчивости. 3.Рентабельности.

4.Деловой активности (операционной и рыночной), «золотое неравенство»:

### Темп роста прибыли >Темп роста Выручки >Темп роста источников.

В качестве исходной информации при оценке финансовых рисков методом финансовых коэффициентов используется бухгалтерский баланс, фиксирующий имущественное и финансовое положение организации на отчетную дату и отчет о прибылях и убытках, представляющий результаты деятельности за отчетный период.

Основные финансовые риски, оцениваемые методом финансовых коэффициентов:

риски потери платежеспособности;

риски потери финансовой устойчивости и независимости; риски структуры активов и пассивов.

Модель оценки риска ликвидности (платежеспособности) баланса с помощью абсолютных показателей представлена ниже

|  |
| --- |
| Порядок группировки активов и пассивов |
| Порядок группирования активов по степенибыстроты их превращения в денежные средства | Порядок группирования пассивов постепени срочности выполнения обязательств |
| А1. Наиболее ликвидные активы | П1. Наиболее срочные обязательств |
| А2. Быстрореализуемые активы | П2. Краткосрочные пассивы |
| А3. Медленно реализуемые активы | П3. Долгосрочные пассивы |
| А4. Труднореализуемые активы | П4. Постоянные пассивы |

#

|  |
| --- |
| Тип состояния ликвидности |
| Абсолютная ликвидность | Допустимая ликвидность | Нарушенная ликвидность | Кризисная ликвидность |
| Условия |
| А1 ≥ П1 А2 ≥ П2А3 ≥ П ; А4 ≤ П4 | А1 < П1 А2 ≥ П2;А3 ≥ П3; А4 ~ П4 | А1 < П1; А2 < П2;А3 ≥ П3; А4 ~ П4 | А1 < П1; А2 < П2;А3 < П3; А4 > П4 |



|  |
| --- |
| Оценка риска ликвидности |
| Безрисковая зона | Зона допустимого риска | Зона критического риска | Зона катастрофическогориска |



|  |
| --- |
| Расчет величины источников средств и величины запасов и затрат |
| Излишек (+) или недостаток (–) собственных оборотных средств | Излишек (+) или недостаток (–) собственных и долгосрочных заемных источников формирования запасов и затрат | Излишек (+) или недостаток (–) общей величины основных источников дляформирования запасов и затрат |
| ±Фс = СОС - ЗЗ | ±Фт = СДИ - ЗЗ | ±Фо = ОВИ - ЗЗ |
| S (Ф) = 1, если Ф > 0; = 0, если Ф < 0. |



|  |
| --- |
| Тип финансового состояния |
| ±Фс ≥ 0; ±Фт ≥ 0;±Фо ≥ 0; S = 1, 1, 1 | ±Фс < 0; ±Фт ≥ 0;±Фо ≥ 0;S = 0, 1, 1 | ±Фс < 0; ±Фт < 0;±Фо ≥ 0; S = 0, 0,1 | ±Фс < 0; ±Фт < 0; ±Фо < 0; S = 0, 0, 0 |
| Абсолютная независимость | Нормальная независимость | Неустойчивое финансовое состояние | Кризисное финансовое состояние |
|   Используемые источники покрытия затрат |
| Собственные оборотные средства | Собственные оборотные средства плюс долгосрочные кредиты | Собственные оборотные средства плюс долгосрочные и краткосрочные кредиты и займы |

|  |
| --- |
| Краткая характеристика типов финансового состояния |
| Высокая платежеспособность;Предприятие не зависит от кредиторов | Нормальная платежеспособность; Эффективное использование заемных средств;Высокая доходность производственной деятельности | Нарушение платежеспособности; Необходимость привлечения дополнительных источников; Возможность улучшения ситуации | Неплатежеспособность предприятия;Грань банкротства |
|    Оценка риска финансовой устойчивости |
| Безрисковая зона | Зона допустимого риска | Зона критического риска | Зона катастрофическогориска |

Для компаний – производителей товаров, интегральным показателем финансовой устойчивости является излишек или недостаток источников средств необходимых для формирования запасов и затрат. Он определяется в виде разности величины источников средств и величины запасов и затрат.

Оценка рисков ликвидности и финансовой устойчивости с помощью относительных показателей осуществляется посредством анализа отклонений от рекомендуемых значений. Алгоритм расчета финансовых коэффициентов, представлен в таблицах ниже.

Методики балльной оценки финансового состояния компании заключается в классификации организаций по уровню финансового риска. То есть любое предприятие может быть отнесено к определенному уровню (классу) в зависимости от набранного количества баллов, исходя из фактических значений ее финансовых коэффициентов.

1. й класс (100–97 баллов) - организации с абсолютной финансовой устойчивостью.
2. й класс (96–67 баллов) - организации нормального финансового состояния.
3. й класс (66–37 баллов) - организации, финансовое состояние которых можно оценить как среднее.
4. й класс (36–11 баллов) - организации с неустойчивым финансовым состоянием.
5. й класс (10–0 баллов) - это организации с кризисным финансовым состоянием.

Таблица. Коэффициенты для оценки финансовой устойчивости компании

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Способ расчёта | Рекомендуемыезначения | Примечание |
| Коэффициент автономии(U1) | U1 == Собственные средства / Совок□пные активы | Минимальное пороговое значение - на уровне 0,4. Превышение указывает на рост финансовой независимости, расширение возможности привлечения средств со стороны | Характеризует независимость от заемных средств |
| Коэффициент соотношения заемных и собственных средств(U2) | U2 = Заёмный кап□тал/С□бственн й капитал | U2 < 1,5. Превышение указанной границы означает зависимость предприятия от внешних источников средств, потерю финансовой устойчивости (автономности) | Показывает, сколько заемных средств привлекло предприятие на 1 рубль вложенных в активы собственных средств |
| Коэффициент обеспеченност и собственными оборотными средствами(U3) | U3=(Собственный капитал – Внеоборотные активы) / Оборотные активы | U3 > 0,1. Чем выше показатель (0,5), тем лучше финансовое состояние предприятия | Иллюстрирует наличие у предприятия собственных оборотных средств, необходимых для его финансовой устойчивости |
| Коэффициент финансовой устойчивости (U4) | U4 =Собственный капитал+Долгосрочные кредиты и займы / Валюта баланса | U4 > 0,6. Снижение показателей свидетельствует о том, что предприятие испытывает финансовые затруднения | Показывает, какая часть актива финансируется за счетустойчивых источников |

Таблица. Интегральная балльная оценка финансового состояния организации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель финансового состояния | Рейтинг показателя | Критерий | Условия снижения критерия |
| высший | низший |
| Коэффициент абсолютной ликвидности (L2) | 20 | 0,5 ивыше - 20 баллов | менее 0,1-0 баллов | За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 0,5 снимается 4 балла |
| Коэффициент«критической оценки» (L3) | 18 | 1,5 ивыше - 18 баллов | менее 1 -0 баллов | За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 1,5 снимается по 3 балла |
| Коэффициент текущей ликвидности (L4) | 16,5 | 2 и выше— 16,5балла | Менее 1 -0 баллов | За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 2 снимается по 1,5 балла |
| Коэффициент автономии (U1) | 17 | 0,5 ивыше - 17 баллов | Менее 0,4- 0 баллов | За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 0,5 снимается по 0,8 балла |
| Коэффициент обеспеченности собственными средствами (U3) | 15 | 0,5 ивыше - 15 баллов | Менее 0,1- 0 баллов | За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 0,5 снимается по 3 балла |
| Коэффициент финансовой устойчивости (U4) | 13,5 | 0,8 ивыше - 13,5балла | Менее 0,5- 0 баллов | За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 0,8 снимается по 2,5 балла |

## Метод сценариев

В целом метод сценариев позволяет получать достаточно наглядную картину для различных вариантов реализации проектов, а также предоставляет информацию о чувствительности и возможных отклонениях, а применение программных средств типа *Excel* позволяет значительно повысить эффективность подобного анализа путем практически неограниченного увеличения числа сценариев и введения дополнительных переменных.

Метод представляет собой развитие методики анализа чувствительности проекта в том смысле, что одновременному непротиворечивому (реалистическому) изменению подвергается вся группа переменных. Рассчитываются пессимистический вариант (сценарий) возможного изменения переменных, оптимистический и наиболее вероятный вариант. В соответствии с этими расчетами определяются новые значения критериев NPV и IRR. Эти показатели сравниваются

с базисными значениями и делаются необходимые рекомендации. В основе рекомендаций лежит определенное «правило»: даже в оптимистическом варианте нет возможности оставить проект для дальнейшего рассмотрения, если *NPV* такого проекта величина отрицательная. И наоборот: пессимистический сценарий в случае получения положительного значения *NPV* позволяет эксперту судить о приемлемости данного проекта, несмотря на наихудшие ожидания.

## Метод анализа чувствительности

Данный метод является хорошей иллюстрацией влияния отдельных исходных факторов на конечный результат проекта.

Главным недостатком метода является предпосылка о том, что изменение одного фактора рассматривается изолированно, тогда как на практике все экономические факторы в той или иной степени коррелированны.

По этой причине применение метода анализа чувствительности на практике, как самостоятельного инструмента анализа риска, весьма ограничено.

Целью анализа чувствительности является определение характера зависимости результата модели от переменных и пороговых величин переменных, при которых выводы модели больше не поддерживаются.

Если бы модель могла быть выражена уравнением, то анализ чувствительности модели к данной переменной состоял бы в получении частной производной по данной переменной.

К сожалению, финансовые модели, использующие росписи (бюджеты) и условные переменные, не поддаются преобразованию в уравнения, поэтому для них больше подходит метод перебора, при котором анализ чувствительности выполняется последовательной подстановкой в модель ряда параметров.

Возможен и обратный метод, путем подгонки результата модели при контроле над изменением параметров на входе. Например, таким способом:

Василий Иванович, а ты армией командовать могёшь? Могу.

А фронтом?

Могу, Петька, могу.

А всеми вооружёнными силами Республики?

Ну, немного подучиться - смогу и вооружёнными силами. А... в мировом масштабе, Василий Иванович, совладаешь? Нет, не сумею! Языков не знаю.

Основными целевыми измеримыми результатами финансовой модели являются, как мы разобрали ранее, сумма NPV и PV(gr), выражающая целевую стоимость фирмы, и IRR – показатель характеризующий, имплицитную доходность денежного потока.

Они, как правило, и являются теми результатами, в отношении которых проводится анализ чувствительности.

Разумеется, чувствительность любых других численных расчетных показателей также определена и может быть выражена количественно. При необходимости возможно, например, анализировать чувствительность кумулятивного операционного денежного потока, расходного бюджета, времени достижения операционной самоокупаемости и так далее. Можно также сделать производные показатели и анализировать чувствительность к ним.

Анализ чувствительности можно проводить по любому числу переменных. Фактически инструментарий Excel дает аналитику непосредственный выбор из одной или двух переменных, для анализа чувствительности в пространстве большего числа измерений надо разрабатывать собственную схему или устанавливать коммерческий модуль разработки третьей стороны.

Допустим, мы хотим узнать, как на стоимость фирмы влияет плановая цена единицы продукта фирмы и себестоимость продукта, при прочих равных условиях. В модели, разумеется, содержатся количественное значение и алгоритмы расчета цены и себестоимости – допустим, цена одной единицы 100 денежных единиц, а себестоимость – 75% от выручки. Но насколько можно быть уверенным в этом значении и что, если мы определили его ошибочно? Анализ чувствительности отвечает на этот вопрос: мы можем оценить, как меняется стоимость фирмы при изменении цены продукта в границах от, предположим, 50 до 150 и себестоимости от 65% до 85%.

Введем также производный параметр. Нас будет интересовать не просто стоимость фирмы, но более ее влияние на мультипликатор доходности для доли инвестора. Допустим инвестор ожидает доходность от частной инвестиции в диверсифицированном портфеле за 5 периодов не менее чем x10, в дополнение к возврату стоимости собственного капитала на уровне 15%.

Сделав еще несколько необходимых предположений по структуре спроса и фиксированным расходам, мы получим следующую модель, на основе которой можно получить двумерную матрицу чувствительности.

При относительном анализе чувствительности сравнивается относительное влияние исходных переменных (при их изменении на фиксированную величину, например, на 10 %) на результирующие показатели проекта. Этот анализ позволяет определить наиболее существенные для проекта исходные переменные; их изменение должно контролироваться в первую очередь.

Абсолютный анализ чувствительности позволяет определить численное отклонение результирующих показателей при изменении значений исходных переменных. Значения переменных, соответствующие нулевым значениям результирующих показателей, соответствуют рассмотренным выше показателям предельного уровня.

Результаты анализа чувствительности оформляют в табличной или графической форме. Последняя форма является более наглядной.

Недостаток метода: не всегда анализ чувствительности правомерен, так как изменение одной переменной, необходимой для расчета может повлечь изменение другой.

## Имитационное моделирование (Метод Монте-Карло)

Метод Монте Карло широко применяется в инвестиционном моделировании, прежде всего в условиях неопределенности и риска.

Он удобен тем, что удачно сочетается с другими экономико-статистическими методами, теорией игр и иными способами исследования операций. Но практика его применения показала, что он часто дает более оптимистичные оценки, чем другие приемы, такие как анализ сценариев. Причина очевидно обусловлена перебором промежуточных вариантов.

Метод Монте-Карло является способом, оценки влияния неопределенности

параметров системы в широком диапазоне ситуаций. Его обычно используют для оценки диапазона изменения результатов и относительной частоты значений в этом диапазоне для таких количественных величин, как: стоимость, продолжительность, производительность, спрос и др. Моделирование методом Монте-Карло может быть использовано для двух различных целей:

трансформирование неопределенности для обычных аналитических моделей; расчета вероятностей, если аналитические методы не могут быть использованы.

Входными данными для моделирования методом Монте-Карло являются хорошо проработанная модель системы, информация о типе входных данных, источниках неопределенности и требуемых выходных данных. Входные данные и соответствующую им неопределенность рассматривают в виде случайных переменных с соответствующими распределениями. Часто для этих целей используют равномерные, треугольные, нормальные и логарифмически нормальные распределения.

Процесс исследования включает:

Определение модели или алгоритма, которые наиболее точно описывают поведение исследуемой системы.

Многократное применение модели с использованием генератора случайных чисел для получения выходных данных модели (моделирование системы). При необходимости моделируют воздействие неопределенности. Модель записывают в форме уравнения, выражающего соотношение между входными и выходными параметрами. Значения, отобранные в качестве входных данных, получают исходя из соответствующих распределений вероятностей, характеризующих неопределенности данных.

С помощью компьютера многократно используют модель (часто до 10000 раз) с различными входными данными и получают выходные данные. Они могут быть обработаны с помощью статистических методов для получения оценок среднего, стандартного отклонения, доверительных интервалов.

Рассмотрим систему, состоящую из двух параллельных элементов. При этом для функционирования системы достаточно, чтобы функционировал один элемент. Вероятность безотказной работы первого элемента составляет 0,9, а другого - 0,8.

Данные моделирования представлены в таблице ниже.

Т а б л и ц а. Результаты применения метода Монте-Карло к системе из двух параллельных элементов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № итера ции | Элемент 1 | Элемент 2 | Система |
| Случайный элемент | Элемент функционирует | Случайный элемент | Элемент функционирует |
| 1 | 0,577243 | Да | 0,059355 | Да | 1 |
| 2 | 0,746909 | Да | 0,311324 | Да | 1 |
| 3 | 0,541728 | Да | 0,919765 | Нет | 1 |
| 4 | 0,423274 | Да | 0,643514 | Да | 1 |
| 5 | 0,917776 | Нет | 0,539349 | Да | 1 |
| 6 | 0,994043 | Нет | 0,972506 | Нет | 0 |
| 7 | 0,082574 | Да | 0,950241 | Нет | 1 |
| 8 | 0,661418 | Да | 0,919868 | Нет | 1 |
| 9 | 0,213376 | Да | 0,367555 | Да | 1 |
| 10 | 0,565657 | Да | 0,119215 | Да | 1 |

Для каждого элемента генератор случайных чисел формирует псевдослучайное число из интервала от 0 до 1, которое сопоставляют с вероятностью безотказной работы элемента, затем определяют работоспособность системы. При 10 повторениях процедуры результат 0,9, скорее всего, не будет достигнут. Обычно вычисления продолжают до достижения требуемого уровня точности. В данном примере значение 0,9799 для вероятности безотказной работы системы достигнуто после проведения 20000 итераций.

Приведенная модель может быть расширена различными способами, например путем:

изменения модели взаимодействия элементов в системе (например, второй элемент находится в резерве и вводится в эксплуатацию сразу после отказа первого элемента);

замены фиксированной вероятности безотказной работы на переменную (например, подчиняющуюся треугольному распределению), когда вероятность безотказной работы не может быть точно определена;

использования параметра потока или интенсивности отказов в сочетании с генератором случайных чисел для генерации наработок на отказ или до отказа (экспоненциальное распределение, распределение Вейбулла или другое распределение) и времени восстановления.

Метод Монте-Карло может быть применен для оценки неопределенности финансовых прогнозов, результатов инвестиционных проектов, при прогнозировании стоимости и графика выполнения проекта, нарушений бизнес- процесса и замены персонала.

Данный метод применяют в ситуациях, когда результаты не могут быть получены аналитическими методами или существует высокая неопределенность входных или выходных данных.

Выходными данными могут быть значения характеристик, как показано в вышеприведенном примере, или распределение вероятности или частоты отказа, или выходом может быть идентификация основных функций модели, которые оказывают основное влияние на выходные данные.

Метод Монте-Карло обычно используют для оценки распределения входных или выходных результатов или характеристик распределения, в том числе для оценки:

вероятности установленных состояний;

значений выходных величин, для которых установлены границы, соответствующие некоторому уровню доверия, которые не должны быть нарушены.

Анализ взаимосвязи входных и выходных величин может выявить относительное значение факторов работы системы и идентифицировать способы снижения неопределенности выходных величин.

Преимущества метода Монте-Карло:

Метод может быть адаптирован к любому распределению входных данных, включая эмпирические распределения, построенные на основе наблюдений за соответствующими системами.

Модели относительно просты для работы и могут быть при необходимости расширены.

Метод позволяет учесть любые воздействия и взаимосвязи, включая такие тонкие как условные зависимости.

Для идентификации сильных и слабых влияний может быть применен анализ чувствительности.

Модели являются понятными, а взаимосвязь между входами и выходами — прозрачной.

Метод допускает применение эффективных моделей исследования многокомпонентных систем, таких как сеть Петри.

Метод позволяет достичь требуемой точности результатов. Программное обеспечение метода доступно и относительно недорого. Недостатки метода состоят в следующем:

Точность решений зависит от количества итераций, которые могут быть выполнены (этот недостаток становится менее значимым с увеличением быстродействия компьютера).

Метод предполагает, что неопределенность данных можно описать известным распределением.

Большие и сложные модели могут представлять трудности для специалистов по моделированию и затруднять вовлечение заинтересованных сторон.

Метод не может адекватно моделировать события с очень высокой или очень низкой вероятностью появления, что ограничивает его применение при анализе риска.

## Метод САРМ (Capital Asset Pricing Model – CAPM)

Расчетная формула модели САРМ

Rо=Rf + ᵦ (Rm-Rf) + x + y + c где:

ᵝ - систематический риск

Rо – коэффициент капитализации («доходность капитала»)

Rf – номинальная безрисковая ставка, учитывающая возможную инфляцию Rm – среднерыночная ставка дохода

(Rm–Rf) – рыночная премия

х - премия за риск для малых компаний

y - премия за риск, связанный с деятельностью компании c - премия за страновой риск

β, как показатель систематического риска, определяется как

где:

ΔRx средняя квадратичная амплитуда колебания цены акций конкретной компании на фондовом рынке от своего среднего значения за анализируемый период ΔRср средняя квадратичная амплитуда колебания усредненных цен акций на

фондовом рынке от своего среднего значения за анализируемый период

Метод основан на анализе массивов информации фондового рынка, прежде всего на изменении доходности свободно обращающихся акций.

Применение модели для вывода ставки дисконта для закрытых компаний требует внесения дополнительных корректировок.

Важным показателем, используемым при расчете риском методом САРМ, является ставка доходности при нулевом уровне риска (безрисковая ставка).

Обычно в этом качестве используют ставку дохода по долгосрочным государственным долговым обязательствам (облигациям или векселям).

Считается, что государство является самым надежным гарантом по своим обязательствам (вероятность его банкротства практически исключается). Однако, как показывает практика, государственные ценные бумаги в условиях России психологически не воспринимаются как безрисковые.

Для определения ставки дисконта в качестве безрисковой может быть принята ставка по вложениям, характеризующимся наименьшим уровнем риска (ставка по валютным депозитам в Сбербанке, ВТБ или других наиболее надежных банках).

Можно также основываться на безрисковой ставке для западных компаний, но в этом случае обязательно прибавление странового риска с целью учета реальных условий инвестирования, существующих в России.

Для инвестора она представляет собой альтернативную ставку дохода, которая характеризуется практическим отсутствием риска и высокой степенью ликвидности. Безрисковая ставка используется как точка отсчета, к которой привязывается оценка различных видов риска, характеризующих вложения в данное предприятие,

на основе чего и выстраивается требуемая ставка дохода.

Метод предполагает, что инвесторы, вкладывающие свои средства в рисковые активы, ожидают некоторый дополнительный доход, превышающий безрисковую ставку, как компенсацию за риск владения этими активами.

Условия (допущения) модели САРМ:

инвесторы избегают риска;

рациональные инвесторы диверсифицируют портфели инвестиций; продолжительность инвестиционного цикла для всех инвесторов одинакова; все инвесторы одинаково оценивают ставки дохода и коэффициенты

капитализации;

не учитываются издержки на совершение сделок (трансакционные); не учитываются налоги;

ставки на ссуды и заемные средства одинаковы; рынок совершенен (делимость, ликвидность и т.д.).

На фондовом рынке выделяются два вида рисков: специфический риск и общерыночный риск. Специфический риск - для конкретной компании. Его также называют риском несистематическим. Он определяется микроэкономическими факторами. Общерыночный - риск, характерный для всех компаний, акции которых находятся в обращении. Его также называют систематическим. Он определяется макроэкономическими факторами.

В модели оценки капитальных активов при помощи коэффициента бета определяется величина систематического риска. Рассчитывается бета исходя из амплитуды колебаний общей доходности акций конкретной компании по сравнению с общей доходностью фондового рынка в целом.

Общая доходность рассчитывается следующим образом:

Общая доходность акции компании за период = рыночная цена акции на конец периода минус рыночная цена акции на начало периода плюс выплаченные за период дивиденды, деленное на рыночную цену на начало периода (выраженное в процентах).

Инвестиции в компанию, курс акций которой, а следовательно и общая доходность, отличаются высокой изменчивостью, являются более рискованными и наоборот. Коэффициент бета для рынка в целом равен 1. Стало быть, если у какой- то компании коэффициент бета равен 1, это значит, что колебания ее общей доходности полностью коррелируют с колебаниями доходности рынка в целом, и ее систематический риск равен среднерыночному уровню.

Для большинства закрытых компаний β не могут быть определены напрямую из-за отсутствия регулярных ценовых котировок их акций. Существует значительная корреляционная связь между коэффициентом β и теми показателями риска, которые могут быть рассчитаны по финансовым отчетам компании закрытого типа. Кроме того, несистематические элементы риска, не отраженные в коэффициенте β, более важны для компаний закрытого типа, чем для открытых компаний.

САРМ для закрытых компаний основывается на оценке следующих характеристик:

1.Операционный левередж:

Темп изменения операционной прибыли Темп изменения выручки от реализации 2.Финансовый левередж:

Темп изменения доходов на обыкновенную акцию Темп изменения операционной прибыли

Оценка капитальных активов закрытых компаний осуществляется методом кумулятивного построения ставки дисконтирования. При этом оценивают риски:

«ключевой фигуры» в составе менеджеров предприятия, т.е. риски отсутствия таковой или ее непредсказуемости, неподконтрольности, недобросовестности, некомпетентности и т.п.;

Поправка на страновой риск.

Если покупатель предприятия не является гражданином данной страны, его деятельность сопряжена с дополнительными рисками, включая:

риск, связанный с конвертированием иностранной валюты; потерю активов вследствие экспроприации или национализации; ограничительные меры по отношению к движению капитала; регулирование цен:

другие факторы.

Иностранный инвестор может учесть повышенный риск разными способами: уменьшить величину денежного потока;

сократить период окупаемости капиталовложений; увеличить ставку дисконта;

недостаточной диверсификации рынков сбыта предприятия;

недостаточной диверсификации источников приобретения покупных ресурсов (включая труд);

недостаточной диверсификации продукции предприятия;

контрактов, заключаемых предприятием для реализации своих продуктовых линий;

узости набора источников финансирования; финансовой неустойчивости фирмы; малого бизнеса;

страновые.

Оценка перечисленных рисков должна приводить к определению соответствующих премий за эти риски. Такое определение проводится экспертами. При этом ориентиром могут служить статистические сведения.

В исследованиях, проведенных многонациональными компаниями, приводится более подробная информация о величине странового риска.

Основными этапами внесения поправки на страновой риск являются: определение факторов странового риска;

расчет значений факторов странового риска; анализ факторов риска;

экспертная оценка факторов риска (например, от 0 до10 баллов); ликвидность;

стабильность дохода; доходность;

долгосрочная задолженность; текущая задолженность; ожидаемый рост доходов; доля на рынке; диверсификация клиентов; диверсификация продукции; отраслевое регулирование; цикличность производства; конкуренция;

препятствия к вхождению на рынок; капиталоемкость;

уровень инфляции;

изменение процентных ставок; общеэкономический рост или спад; политика обменного курса валюты;

вероятность изменения государственной политики.

## Система SPAN (Standard Portfolio Analysis of Risk)

Система стандартного анализа риска для портфелей, состоящих из опционов и фьючерсов, была разработана и внедрена на Чикагской товарной бирже (СМЕ) в 1988 г. Она представляет собой прозрачный и четкий механизм расчета минимальных требований к размеру гарантийного обеспечения (депозитной маржи). В целом методика SPAN обладает следующими свойствами и преимуществами: гибкость настроек под потребности конечного пользователя

(биржи/клиринговой организации, участника торгов/клиринга, т.п.);

адаптивность к изменяющимся стандартам и принципам совершаемых операций (вариативность уровня принимаемого риска, метод и уровень взаимозачета (неттинга) требований и обязательств, т.п.);

масштабируемость в зависимости от объемов и типов анализируемых портфелей.

Методика SPAN получила широкое распространение в биржевой индустрии и является неофициальным стандартом:

поскольку она одобрена, регуляторами финансовых рынков в более чем 10 государствах, по всему миру, в том числе для целей анализа и контроля рисков;

используется более чем на 50 фьючерсных и опционных биржах и клиринговых палатах по всему миру в качестве официального механизма расчета и установления требований к размеру гарантийного обеспечения

Система SPAN предназначена для определения минимальных маржевых требований (performance bond requirements) для портфелей производных финансовых инструментов с учетом возможных одно- или двухдневных (как правило, в зависимости от настроек системы и принципов клиринга) изменений стоимости составляющих портфеля. При этом понятие риска здесь эквивалентно возможным убыткам за соответствующий период.

НА ММВБ используется с 2009 года.

## Метод анализа «затраты – выгода»

Этот метод применяют для оценки риска в случае, если необходимо сравнить общие ожидаемые затраты и выгоды и, выбрать наиболее доходный вариант решения. В том или ином виде метод присутствует как неявная составляющая многих систем оценки риска.

Сопоставлять затраты и выгоды можно применяя как качественный так и количественный подходы или комбинации элементов этих методов.

Количественная оценка эффективности затрат содержит в себе всю сумму затрат и доходы всех причастных сторон в денежном измерении, которые попадают в анализируемую и относятся к периоду времени, в котором они осуществлены и накоплены.

Данный метод может быть применён:

в качестве входных данных при решении о необходимости обработки риска; при анализе различных форм обработки риска и выборе наилучшего варианта; при выборе способа действия.

Входными данными для принятия решений о риске является полученная чистая приведенная стоимость (NPV). Положительное значение NPV обычно зна- чит, что событие должно произойти. Однако в отдельных случаях для отрицательного риска, особенно включающего риск для жизни человека или значительный вред окружающей среде, может быть применен принцип ALARP (зона допустимого риска).

Этот принцип позволяет разделить риск на три уровня:

уровень, выше которого отрицательный риск недопустим и не должен быть принят, иначе как в экстраординарных обстоятельствах;

уровень, ниже которого риск незначителен и необходим лишь мониторинг, для поддержания низкого уровня риска;

центральная зона, в которой риск следует удерживать настолько низком уровне, насколько это реально возможно (ALARP).

К более низкому уровню риска может быть применен строгий анализ эффективности затрат. Однако если значение риска близко к недопустимому

уровню, принцип ALARP предполагает, что необходимо провести обработку риска, если затраты на обработку не будут существенно превышать полученную выгоду.

Входные данные также включают в себя информацию о затратах и выгодах для соответствующих причастных сторон и об оценке неопределенности этих затрат и выгод.

Необходимо рассматривать материальные и нематериальные затраты и выгоды.

Затраты охватывают израсходованные ресурсы и потери, связанные с получением отрицательных результатов, выгоды охватывают положительные результаты и сэкономленные ресурсы, связанные с возможностью избежать отрицательных результатов.

В начале процесса анализа идентифицируют все стороны, которые могут понести затраты или получить выгоды, а затем анализируют их эффективность с позиции «затраты-выгоды».

Далее идентифицируют прямые и косвенные выгоды и затраты всех соответствующих причастных сторон, связанных с областью применения анализа.

Прямые выгоды - это выгоды, полученные непосредственно от предпринятых действий.

Косвенные (или вспомогательные) выгоды носят обычно случайный характер. Но они могут оказывать существенное влияние на решение задачи. Примерами косвенных выгод могут быть повышение репутации, удовлетворенность персонала и «душевное спокойствие». Их часто трудно учесть при принятии решений.

Прямые затраты - это затраты, непосредственно связанные с предпринятыми действиями. Косвенные затраты - это дополнительные, вспомогательные и не окупаемые затраты, такие как потеря рентабельности, потеря времени высшего руководства организации или отвлечение капитала от других инвестиций. Применяя анализ эффективности затрат к решениям о необходимости обработки риска, необходимо также учитывать затраты и выгоды, связанные с обработкой и принятием риска.

При количественном анализе эффективности затрат после идентификации всех материальных и нематериальных затрат и выгод определяют их стоимость в денежном выражении (включая нематериальные затраты и выгоды).

Существуют различные стандартные методы расчета их стоимости, основанные на таких способах расчета, как «готовность заплатить» и

«использование заместителей».

Если, как часто случается, затраты понесены за короткий промежуток времени (например, год), а выгоды могут быть получены в долгосрочный период времени, то обычно для оценки и сравнения выгод необходимо привести их к «единому моменту времени».

Все затраты и выгоды представляют в виде приведенной стоимости.

Для нахождения общей чистой приведенной стоимости (NPV) объединяют все затраты и выгоды всех причастных сторон. Положительное значение NPV подразумевает, что действие выгодно.

Для целей анализа также можно использовать отношения затрат к выгодам.

Если существует неопределенность в уровне затрат или выгод, то они по отдельности или вместе могут быть соотнесены с соответствующими им вероятностями.

В качественном анализе эффективности затрат не предпринимают попыток найти стоимость в денежном выражении для нематериальных затрат и выгод. Вместо приведения их к единому моменту времени, позволяющему суммировать затраты и выгоды, соотношение между затратами и выгодами рассматривают качественно.

Аналогичным методом является анализ рентабельности. Он предполагает установление точно определенных выгод или результатов в денежном выражении несколькими альтернативными способами. Анализ исследует только затраты и наименее дорогостоящие пути достижения выгод.

Выходными данными здесь являются результаты анализа эффективности затрат об относительных затратах и выгодах при различных вариантах решений или действий. Выходные данные могут быть выражены количественно в виде чистой приведенной стоимости (NPV), внутреннего коэффициента рентабельности (IRR) или в виде отношения приведенной стоимости выгод к приведенной стоимости затрат. Качественно выходные данные обычно выражают в форме таблицы, в которой сопоставляют различные типы затрат и выгод.

Преимущества метода:

Метод позволяет сравнивать затраты и выгоды, используя единые метрические единицы (деньги).

Метод обеспечивает прозрачность принятия решения.

Анализ требует сбора подробной информации относительно всех возможных аспектов принимаемого решения и может быть полезен в повышении осведомленности и при обмене знаниями о проблеме.

Недостатки метода:

Количественный анализ затрат и выгод может давать существенно различные результаты в зависимости от методов определения экономических значений для неэкономических выгод.

В некоторых случаях трудно определить действительную ставку дисконтирования будущих затрат и выгод.

Выгоды для большой группы населения оценить достаточно трудно, особенно если они связаны с пользой для общества.

Применение дисконтирования средств, выгода от которых может быть извлечена в долгосрочной перспективе, оказывает незначительное влияние на решение в зависимости от выбранной ставки дисконтирования. Метод не подходит для рассмотрения риска, затрагивающего будущие поколения, если установлены очень низкие или нулевые ставки дисконта.

## Байесовский анализ - Сеть доверия Байеса

Создание метода приписывают преподобному Томасу Байесу. Для оценки полной вероятности он предложил объединить априорные и апостериорные данные.

Общий вид теоремы Байеса:

Р(А | B) = {P(A) P(B|A)}/ZP(B |E,) P(E,),

где P(X) — вероятность события X;

P(X|Y) — вероятность события X при условии, что произошло событие Y; Ei — i-е событие.

В самой простой форме теорему Байеса можно записать:

P(A|B) = {P(A) P(B|A)}/P(B).

Байесовский метод отличается от классической статистики предположением, что параметры распределений являются не постоянными, а случайными переменными.

Вероятность Байеса можно легко понять, если рассматривать ее как степень уверенности в определенном событии в противоположность классическому подхо- ду, основанному на объективных свидетельствах.

Поскольку подход Байеса основан на субъективной интерпретации вероятности, то он может быть полезен при выборе решения и разработке сетей Байеса (сетей доверия).

Сеть Байеса представляет собой графическую модель, представляющую переменные и их вероятностные взаимосвязи. Сеть состоит из узлов, представляющих случайные переменные, и стрелок, связывающих родительский узел с дочерним узлом (родительский узел - переменная, которая непосредственно влияет на другую дочернюю переменную).

Метод Байеса широко применяют по причине их интуитивной понятности и благодаря наличию соответствующего программного обеспечения. Сети Байеса применяют в таких областях: медицинской диагностике, моделировании изображений, генетике, распознавании речи, экономике, исследовании космоса и в современных поисковых системах. Они могут находить применение в любой области, где требуется установление неизвестных переменных посредством использования структурных связей и данных. Сети Байеса могут быть применены для изучения причинных связей, углубления понимания проблемной области и прогнозирования последствий вмешательства в систему.

Входные данные для Байесовского анализа и сети Байеса подобны входным данным для модели Монте-Карло.

Для сети Байеса основными этапами являются: определение переменных системы;

определение причинных связей между переменными; определение условных и априорных вероятностей; добавление объективных свидетельств к сети; обновление доверительных оценок;

определение апостериорных доверительных оценок.

Метод Байеса реализуют различными способами. В примере ниже рассмотрено построение таблицы Байеса для проведения медицинских исследований по определению наличия у пациента заболевания. До начала исследований предполагается, что у 99 % населения этого заболевания нет, у 1 % - заболевание есть (априорная информация). Достоверность теста такова, что если у человека имеется заболевание, то результаты тестов положительны в 98 %. Если у человека заболевание отсутствует, результаты теста положительны в 10 %. Ниже приведена таблица Байеса.

Таблица Байенса.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Признак | Априорная вероятность | Условная вероятность правильноститекста | Произведение вероятностей | Апостериорная вероятность |
| Есть заболевание | 0,01 | 0,98 | 0,0098 | 0,0901 |
| Нет заболевания | 0,99 | 0,1 | 0,0990 | 0,9099 |
| Сумма | 1 |  | 0,1088 | 1 |

Применяя теорему Байеса, произведение определяют умножением априорной вероятности на условную вероятность. Апостериорные вероятности определяют делением значения отдельного произведения на сумму произведений.

Результаты расчета показывают, что в отношении положительного результата теста априорное значение возросло с 1 % до 9 %. Более того, велика вероятность того, что даже при положительном результате теста наличие заболевания маловероятно. Анализ уравнения (0,01 х 0,98)/(0,01 х 0,98) + (0,99 х 0,1) показывает, что положительный результат, при отсутствии заболевания, важен для апостериорных значений.

Рассмотрим следующую сеть Байеса:

А В



*С D*

Рисунок. Пример сети Байеса

В соответствии с условными априорными вероятностями, определенными в нижеследующих таблицах, и обозначениями Y - положительный, а N - отрицательный, положительный результат указывает на наличие заболевания.

Т а б л и ц а. Априорные вероятности для узлов A и B

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| P (A = Y) | P (A = N) | P (B = Y) | P (B = N) |
| 0,9 | 0,1 | 0,6 | 0,4 |

Т а б л и ц а. Условные вероятности, определенные для узла C с узлами A и B

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А | B | P (C=Y) | P (C=N) |
| Y | Y | 0,5 | 0,5 |
| Y | N | 0,9 | 0,1 |
| N | Y | 0,2 | 0,8 |
| N | N | 0,7 | 0,3 |

Т а б л и ц а. Условные вероятности, определенные для узла D с узлами A и C

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А | С | P (D=Y) | P (D=N) |
| Y | Y | 0,6 | 0,4 |
| Y | N | 1,0 | 0,0 |
| N | Y | 0,2 | 0,8 |
| N | N | 0,6 | 0,4 |

Для определения апостериорной вероятности P(A|D = N, C = Y) необходимо предварительно вычислить P(A, B|D = N, C = Y).

Используя правило Байеса, значение вероятности P(D|A, C)P(C|A, B)P(A)P(B) необходимо определить по формуле, как показано ниже в таблице, при этом в последней графе указаны нормализованные вероятности, сумма которых равна 1, как показано в предыдущем примере.

Таблица. Апостериорная вероятность для узлов A и B с узлами D и C

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A | B | P (D=Y) | P (D=N) |
| Y | Y | 0,4х0,5х0,9х0,6=0,11 | 0,4 |
| Y | N | 0,4х0,9х0,9х0,4=0,13 | 0,48 |
| N | Y | 0,8х0,2х0,1х0,6=0,01 | 0,04 |
| N | N | 0,8х0,7х0,1х0,4=0,022 | 0,08 |

Для получения P(A|D = N, C = Y) все значения B суммируют:

Т а б л и ц а. Апостериорная вероятность для узла А с узлами D и С.

|  |  |
| --- | --- |
| P(A=Y, D=N, C=Y) | P (A=N, D=N, C=Y) |
| 0,88 | 0,12 |

Полученные результаты показывают, что априорная вероятность P (A=N) увеличилась с 0,1 до 0,12 (апостериорные данные) и изменения являются незначительными. С другой стороны, значение вероятности P(B=N|D=N, C=Y) изменилось с 0,4 до 0,56. Это изменение уже более существенно.

Байесовский подход может быть применен в той же степени, что и классическая статистика, с получением широкого диапазона выходных данных. Например, при анализе данных для получения точечных оценок и доверительных интервалов. Сети Байеса используют для получения апостериорных распределений. Графические представления выходных данных обеспечивают простоту понимания модели, при этом данные могут быть легко изменены для исследования корреляции и чувствительности параметров.

Преимущества метода:

Для использования метода достаточно знание априорной информации. Логически выведенные утверждения легки для понимания.

Применение метода основано на формуле Байеса.

Метод предоставляет собой способ использования субъективных вероятностных оценок.

Недостатки метода:

Определение всех взаимодействий в сетях Байеса для сложных систем не всегда выполнимо.

Подход Байеса требует знания множества условных вероятностей, которые

обычно получают экспертными методами.

Применение программного обеспечения основано на экспертных оценках.

## Метод индексов риска

Метод индексов риска18 является способом качественного и количественного измерения риска. Величину риска получают с применением балльных оценок на основе порядковых шкал.

С помощью индексов риска упорядочивают величины риска на основе сходных критериев так, чтобы их можно было сравнивать. Балльные оценки применяют к каждому элементу риска, например, к характеристикам (источникам) загрязнения, диапазону возможных способов воздействия взрыва и его влияния на реципиентов, влиянию структуры капитала на финансовую устойчивость компании.

Индексы риска применяют для классификации видов риска, связанных с деятельностью, если система хорошо изучена. Они позволяют объединить ряд факторов, которые определяют уровень (место) риска в единой балльной порядковой шкале оценок.

Индексы риска применяют для оценки различных видов риска. Как правило, для разграничения при классификации рисков в соответствии с их уровнем. Индексы риска применяют для определения видов риска, требующих дальнейшей детальной и, возможно, количественной оценки.

Входные данные получают по результатам анализа системы или подробного описания области применения, что требует хорошего понимания всех источников риска, возможных способов реализации опасных событий и их объектов воздействия. При получении показателей риска могут быть дополнительно использованы такие методы, как анализ дерева неисправностей, анализ дерева событий и общий анализ решений.

Поскольку выбор порядковых шкал является в определенной степени произвольным, то для подтверждения достоверности индекса риска необходимо иметь достаточно данных.

Первым этапом, реализации метода, является изучение и описание системы. Затем определяют балльные оценки для каждого компонента таким образом,

чтобы их можно было объединить для получения комплексного индекса риска. Например, при решении экологических задач присваивают балльные оценки источникам, способам и реципиенту (ам) воздействия, учитывая, что в некоторых случаях может быть несколько способов и реципиентов воздействия для каждого источника риска. Отдельные балльные оценки объединяют в соответствии со схемой, которая учитывает физическую сущность системы. Важно, чтобы балльные оценки для каждой части системы (источников, способов и реципиентов) были внутренне согласованными и учитывали их взаимосвязи. Баллы могут быть присвоены компонентам риска (например, вероятности, воздействию, последствию) или увеличивающим риск факторам.

Баллы можно складывать, вычитать, умножать и/или делить в соответствии с моделью риска высокого уровня. Следует учитывать кумулятивные эффекты посредством добавления баллов (например, добавление баллов различным способам реализации риска). К порядковым шкалам абсолютно неприменимы математические

18 Метод индексов риска является смешанным методом оценки риска.

формулы. Поэтому, после того как система балльных оценок разработана, достоверность модели должна быть подтверждена посредством ее проверки на известной системе. Получение показателя риска осуществляется итеративным методом, и поэтому может потребоваться рассмотрение нескольких различных систем для объединения баллов перед тем, как достоверность модели можно будет считать приемлемой.

Неопределенность можно рассматривать с применением анализа чувствительности и варьированием балльных оценок, для того чтобы выяснить, к каким параметрам имеется наибольшая чувствительность.

Выходные данные - это ряд чисел (комплексных индексов), которые относятся к конкретному источнику. Их можно сравнивать с индексами риска, полученными для других источников той же системы, или с теми, которые могут быть смоделированы.

Преимущества метода:

Индексы риска целесообразно применять для рейтингования разных рисков.

Индексы риска позволяют объединять множество факторов, влияющих на уровень риска, в единую балльную оценку уровня риска.

Недостатки метода:

Если достоверность процесса (модели) и их выходных данных не подтверждена должным образом, то результаты могут быть недостоверными. Тот факт, что выходные данные являются числовым выражением значения риска, может быть неверно истолкован и использован, например, при последующем анализе эффективности затрат.

Во многих случаях, в которых применяют индексы риска, отсутствует основополагающая модель, позволяющая определить линейность или нелинейность (например, логарифмический характер) отдельных балльных шкал факторов риска или иной их вид, а также модель объединения факторов. В этих случаях ранжирование является изначально ненадежным, и проверка его достоверности в соответствии с фактическими данными особенно важна.

## Метод частотно-вероятностных кривых (FN)

Частотно-вероятностные кривые (FN) – это способ графического представления вероятности событий, вызывающих определенный по величине уровень угроз для определённой группы элементов, например, населения, организаций и др.

Эти кривые отображают накопленную частоту (F), при которой на N или более элементов будет оказано влияние. Большие значения N, которые могут возникнуть с высокой частотой F, представляют значительный интерес, поскольку вероятность событий в этом случае велика.

Частотно-вероятностные кривые – это способом наглядного представления результатов анализа риска. Они представляет собой линию, описывающую некоторый частотно-вероятностный диапазон.

Эти кривые можно использовать для сравнения значений риска. Например, для сравнения выраженных в виде частотно-вероятностных кривых прогнозного риска с накопленными данными об инцидентах или с критериями принятия решения. Метод частотно-вероятностных кривых может быть применен при проектировании различных систем и процессов или для управления существующими системами.

Его вводными параметрами являются:

совокупности пар величин вероятности и последствий за определенный период времени;

данные, полученные в результате количественного анализа риска, предоставляющие количественные оценки вероятности для конкретных случайных событий;

данные накопленных записей и количественной оценки риска.

На основе таких данных строят графики. По оси абсцисс указывают число инцидентов, например банкротств. По оси ординат – уровни вероятности или последствий риска. В случае большого диапазона значений, на осях применяют логарифмический масштаб.

Кривые FN могут быть построены с использованием данных фактических потерь в прошлом или вычислены и построены на основе оценок, полученных методом имитационного моделирования. Используемые данные и сделанные предположения могут означать, что данные двух типов кривой FN представляют собой различную информацию и должны быть использованы отдельно и для различных целей.

Теоретические кривые FN в основном применяют при проектировании системы, статистические кривые FN - при управлении существующими системами. Применение данных подходов по отдельности может потребовать значительных затрат времени, поэтому обычно их объединяют. На основе эмпирических данных отмечают точками на графике известное количество банкротств (жертв) в известных происшествиях/инцидентах за указанный промежуток времени, и с помощью количественного анализа риска дополняют

график другими точками путем экстраполяции или интерполяции.

Если необходимо исследовать несчастные случаи или аварии с низкой частотой возникновения или значимыми последствиями, то для надлежащего анализа следует рассмотреть длительные периоды времени и достаточное количество данных. Это помогает также выявить сомнительные данные, если, например, произошедшее начальное событие изменилось во времени.

Выходными данными является график, представляющий риск в диапазоне значений последствий, который можно сравнивать с критериями, соответствующими данной изучаемой группе населения и конкретному уровню ущерба.

*Преимущества:*

Применение кривых FN целесообразно для представления информации о риске, которую могут применять руководство и разработчик системы, для обоснования принятия решений в отношении уровня риска и безопасности. Их применение целесообразно для представления информации, как о частоте, так и о последствиях в удобной для восприятия форме.

Возможно применение кривых FN для сравнения риска в аналогичных ситуациях при наличии достаточных данных. Их не следует применять для сравнения различных типов рисков с различными характеристиками и обстоятельствами.

*Недостатки:*

Кривые FN они не предоставляют информации о диапазоне воздействий или результатов последствий, кроме сведений о количестве объектов, подвергшихся воздействию. Также невозможно установить различные способы развития событий,

которые могут привести к определенному уровню ущерба. Кривые FN отображают конкретный тип последствий, обычно — гибель людей, банкротство компаний и т.п. Кривая FN является не методом оценки риска, а методом представления результатов оценки риска.

Кривые FN являются хорошо разработанным методом представления результатов оценки риска, однако для их подготовки может потребоваться привлечение квалифицированных аналитиков, а полученные результаты часто трудны для интерпретации и оценки риска специалистами, не имеющими соответствующей компетенции.

## Марковский анализ

Метод применим в ситуации, когда будущее состояние системы зависит только от ее текущего состояния. Обычно используют для анализа систем способных к восстановлению, которые могут работать во многих режимах, и в ситуациях, когда применение анализа надежности отдельных блоков системы нецелесообразно.

Метод может быть применен к более сложным системам, используя более высокий порядок процессов Маркова, и ограничен только моделью, математическими вычислениями и предположениями.

Процесс марковского анализа является количественным методом. Он может быть дискретным (использование вероятностей перехода между состояниями) или непрерывным (использование коэффициентов интенсивности перехода из состояния в состояние).

Марковский анализ может быть выполнен вручную, однако он также позволяет использовать для него компьютерные программы.

Марковский анализ может быть использован для систем с различной структурой (ремонтопригодных и неремонтопригодных), включая:

системы с параллельными независимыми компонентами; системы с последовательными независимыми компонентами; системы с распределенной нагрузкой;

резервированные системы, включая случай, когда может произойти отказ функций переключения;

деградирующие системы.

Марковский анализ может быть использован для расчета эксплуатационной готовности, включая расчет необходимых компонентов запчастей для ремонта или финансовых ресурсов для восстановления платежеспособности и др.

Входными данными марковского анализа являются:

перечень различных состояний системы, подсистемы или компонента (например, полное функционирование, частичное функционирование (ухудшение состояния), отказ;

точное понимание возможных переходов, которые необходимо смоделировать. Например, при отказе шины автомобиля необходимо исследовать состояние запасного колеса и, следовательно, частоты его проверок;

скорость перехода из одного состояния в другое, обычно представленная либо вероятностью перехода для дискретных событий, либо интенсивностью отказов (X) и (или) интенсивностью восстановления (д) для непрерывных событий.

Марковский анализ основан на понятии «состояния» (например, работоспособное и неработоспособное состояния) и перехода между этими

состояниями во времени в предположении постоянной вероятности перехода. Стохастическую матрицу вероятностей перехода используют для описания переходов между состояниями и необходимых вычислений.

Для иллюстрации применения марковского анализа рассмотрим сложную систему, которая может находиться только в трех состояниях: работоспособном, ухудшенном и неработоспособном, обозначенных как состояния S1, S2, S3 соответственно. В любой момент времени система находится в одном из трех состояний. В таблице В.2 приведена вероятность того, что в следующий момент времени система будет находиться в состоянии Si, где i может быть 1, 2 или 3.

Таблица. Матрица Маркова

|  |  |
| --- | --- |
| Состояние вследующий момент времени | Состояние в текущий момент времени |
| S1 | S2 | S3 |
| S1 | 0,95 | 0,30 | 0,2 |
| S2 | 0,04 | 0,65 | 0,6 |
| S3 | 0,01 | 0,05 | 0,2 |

Данный массив вероятностей называется матрицей Маркова или матрицей перехода. Следует отметить, что сумма в каждом столбце матрицы равна 1, т к. это сумма вероятностей всех возможных состояний в каждом случае. Система также может быть представлена диаграммой Маркова, в которой круги отображают состояния, а стрелки переходы с соответствующей вероятностью. Рисунок ниже. пример диаграммы Маркова.

*Стрелки, замкнутые на одном состоянии, обычно не показывают. В данном примере они приведены для полноты представления.*

Если Pi — вероятность нахождения системы в состоянии i, для i = 1, 2, 3, то:

0,95



P1 =0,95P1+ 0,30P2 + 0,20P3 P2 =0,04P1+ 0,65P2 + 0,60P3 P3 =0,01P1+ 0,05P2 + 0,20P3

Эти три уравнения зависимы, и система уравнений не может быть решена. Для

решения необходимо одно из приведенных уравнений исключить, заменив его следующим уравнением.

1=P+P2+P3

Полученные значения составляют 0,85, 0,13 и 0,02 соответственно для

состояний 1, 2, 3.

Система является полностью функционирующей в течение 85 % времени, в ухудшенном состоянии в течение 13 % времени и в состоянии отказа в течение 2 % времени.

Рассмотрим ситуацию, когда система состоит из двух последовательных элементов, т. е. для работоспособности системы оба элемента должны находиться в работоспособном состоянии. Элементы могут быть в работоспособном состоянии или в состоянии отказа. Работоспособность системы зависит от состояния элементов.

Возможны следующие состояния элементов:

Состояние 1. Оба элемента находятся в работоспособном состоянии.

Состояние 2. Один элемент отказал и находится на восстановлении, а другой находится в работоспособном состоянии.

Состояние 3. Оба элемента отказали и находятся на восстановлении.

Если интенсивность отказа каждого элемента принять равной X, а интенсивность восстановлений равной и они являются постоянными, то диаграмму состояния перехода можно представить в следующем виде:



При этом интенсивность перехода из состояния 1 в состояние 2 равна 2X, так как отказ любого из двух элементов приводит систему в состояние 2.

Пусть Pi(t) — вероятность нахождения системы в начальном состоянии i в момент времени *t ;*

Pi(t + 8t) — вероятность нахождения системы в конечном состоянии в момент времени *( t* + St).

Тогда матрица переходов принимает следующий вид:

Т а б л и ц а. Конечная матрица Маркова

|  |  |
| --- | --- |
| Конечное состояние | Начальное состояние |
| P1(0 | P2(0 | P3(t) |
| P1(t + St) | -2X | М | 0 |
| P2(t + St) | 2X | -(X+д) | д |
| СО + | 0 | Л | -д |

Необходимо отметить, что нулевые значения возникают потому, что переходы невозможны из состояния 1 в состояние 3 или из состояния 3 в состояние 1. Кроме того, сумма в колонке равна нулю при определении интенсивности.

В этом случае система уравнений имеет следующий вид: dP1/dt=-2XP1(t)+дP2(t)

dP2/dt=2XP1(t)+-(X+д)P2(t)+дP3(t)

dP3/dt=XP2(t)+-дP3(t)

Для простоты можно предположить, что требуемая работоспособность соответствует устойчивому состоянию системы.

Если St стремится к бесконечности, dPi/dt стремится к нулю, что позволяет упростить уравнения. Также необходимо использовать дополнительное уравнение (см. В.4). Тогда уравнение A(t) = P1(t) + P2(t) можно записать в виде:

A = P1 + P2.

Следовательно, А = (д2 + 2 X д)/(д2 + 2 X д + X2).

Выходными данными марковского анализа являются вероятности пребывания системы в различных состояниях, а следовательно - оценки вероятностей отказа и/или безотказной работы существенных компонентов системы.

Преимуществом марковского анализа является возможность вычисления вероятностей состояний систем с восстановлением и множественными состояниями деградации.

Недостатки Марковского анализа:

Метод основан на предположении о постоянстве вероятностей перехода иналичии только двух возможных состояний элементов системы (отказа и восстановления).

Также предполагается, что все рассматриваемые события статистически независимы. То есть будущие состояния не зависят от прошлых состояний, за исключением непосредственно предшествующего состояния.

Для применения метода необходимо знать все вероятности перехода. Работа с методом невозможна без знания операций с матрицами.

Полученные результаты трудны для понимания персоналом, не имеющим соответствующих технических знаний, навыков и опыта.

Марковский анализ аналогичен анализу сети Петри по возможности обеспечения мониторинга и наблюдения за состояниями системы, но в отличие от сети Петри метод допускает существование нескольких состояний в одно и то же время.

## Матрица последствий и вероятностей

Этот матричный метод является средством объединения качественных или смешанных оценок последствий и вероятностей. Его применяют для определения уровней рисков, их источников, мер по обработке рисков или их ранжирования.

Формат, строки и колонки матрицы зависят от сферы применения. При этом важно, чтобы сформированная матрица соответствовала реальной ситуации.

Обычно метод применяют для предварительной оценки, в случае выявления нескольких видов риска. Например, для определения того, какой риск требует дальнейшего подробного анализа или решить какой риск необходимо обрабатывать в первую очередь.

Также метод применяют для отбора видов риска, не требующих дальнейшего рассмотрения или для определения уровня приемлемости.

Применение в организации матрицы последствий и вероятностей улучшает обмен данными и, как следствие, общее восприятие качественных уровней риска.

Способ, которым устанавливают уровни риска, и правила принятия решения, относящиеся к нему, должны соответствовать особенностям организации и ее деятельности.

Форму матрицы последствий и вероятностей применяют для анализа критичности в FMECA или для установления приоритетов после применения исследования HAZOP или в ситуациях недостаточности информации для подробного анализа или когда ситуация не оправдывает затрат времени и усилий на проведение требуемого количественного анализа.

Входные данные к процессу - это шкалы последствий и вероятностей, установленные согласно требований потребителя, и матрица, которая их объединяет.

Шкала последствий должна охватывать весь диапазон типов исследуемых последствий (например, финансовые потери, безопасность, окружающая среда или другие параметры в зависимости от области применения) и учитывать возможность последствий: от максимально возможных до наименее вероятных.

В случаях, когда для измерения рисков используются качественно- количественные шкалы вероятностей и последствий, то весь спектр рисков делится на ячейки. Так как показано ниже. Из-за внешнего сходства такую карту рисков иногда называют "матрицей".

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А | В | В | Э | Э | Э |
| В | У | В | В | Э | Э |
| С | Н | У | В | Э | Э |
| D | Н | Н | У | В | Э |
| Е | Н | Н | У | В | В |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

В зависимости от степени опасности выделяют несколько категорий рисков. Они обозначены цифрами, в нижней строке матрицы – шкала рисков. Количество категорий (видов) рисков соответствует потребностям анализа.

Обозначения 1-го столбца, характеризуют вероятность реализации риска – шкала вероятностей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А | почти точно | ожидается при любых обстоятельствах |
| В | очень вероятно | возможно почти всегда |
| С | возможно | происходит время от времени |
| D | маловероятно | может произойти иногда |
| Е | изредка | может произойти при исключительных обстоятельствах |

Буквы в теле матрицы характеризуют степень опасности разных видов риска.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Э | экстремальный риск | требуются немедленные действия |
| В | высокий риск | требуется внимание высшего руководства |
| У | умеренный риск | требуется формализовать ответственность руководителей |
| Н | низкий риск | управляется рутинной процедурой |

Шкала рисков может иметь любое количество точек. Наиболее распространены шкалы, имеющие 3, 4 или 5 точек.

Шкала вероятности также может иметь любое количество точек.

Методы расчета вероятности выбирают точными и однозначными, насколько это возможно. Если для определения различных вероятностей применяются численные значения, то должны быть представлены единицы измерения.

Шкала вероятности должна охватывать диапазон, соответствующий проводимому исследованию, с учетом того, что самая низкая вероятность должна быть приемлемой для наибольшего определенного последствия, в противном случае всю деятельность, связанную с наибольшим последствием, рассматривают как недопустимую.

Уровни риска, установленные для ячеек таблицы, зависят от определений, применяемых для шкал вероятности и последствий. Матрица может быть построена с преимущественным влиянием последствий (как показано) или вероятности, или она может быть симметричной, в зависимости от случая применения. Уровни риска могут быть связаны с правилами принятия решения при помощи, например, уровня внимания со стороны руководства, или шкалы времени, которое требуется для соответствующего реагирования.

Следующий шаг - формирование качественно-количественной матрицы последствий, ранжированной по уровню рисков в наглядной форме, например.

|  |
| --- |
| Критерии |
| № | Последствия | Угроза продолжениядеятельности | Размер экономическихпоследствий | Потребность в участии других субъектовэкономики. |
| 1 | несущест- венные | отсутствует | низкие | своими силами, без специальных мероприятий |
| 2 | небольшие | в виде симптом | средние | своими силами, с помощьюспециальных мер |
| 3 | умеренные, средние | нерегулярные, но явные сбои | высокие | своими силами с внешней помощью |
| 4 | существенные или критические | сбои носят регулярный, но обратимыйхарактер | очень крупные | происшествие вышло за пределы компании, но не нанесло ущерба внешнимконтрагентам |
| 5 | катастрофичес кие | потеря возможности продолжитьдеятельность. | огромные, банкротство практическинеотвратимо | происшествие привело к ущербу для внешних контр- агентов. |

Оценочные шкалы и матрица могут быть разработаны и на основе количественных шкал. Например, по отношению к надежности шкала вероятности может отображать приближенное значение интенсивности отказов, а шкала последствий - затраты, вызванные отказом, в денежных единицах.

Применение данного метода требует наличия специалистов соответствующей компетентности (предпочтительно опытной группы) и всех имеющихся данных для обоснования экспертных заключений о последствиях и вероятности.

Для ранжирования рисков пользователь должен, прежде всего, подобрать описание последствий, которое наилучшим образом соответствует ситуации, определить вероятность, с которой эти последствия произойдут. Затем определить с помощью матрицы уровень риска.

Многие опасные события могут иметь диапазон результатов с различными соответствующими вероятностями. Незначительные проблемы обычно происходят чаще, чем катастрофические события. Поэтому можно ранжировать часто получаемые результаты, наиболее серьезные или другие сочетания вероятности и последствий. Во многих случаях требуется уделять внимание наиболее серьезным возможным результатам, поскольку они представляют наибольшую угрозу и являются наиболее значительными. В некоторых случаях необходимо ранжировать как обычные проблемы, так и маловероятные катастрофы как отдельные виды риска. При этом следует рассматривать вероятность, связанную с выбранным последствием, а не вероятность события в целом.

Уровень риска, определяемый по матрице, может быть связан с правилом принятия решений, например, о необходимости проведения обработки риска.

Выходными данными являются класс каждого опасного события или перечень опасных событий с указанием уровня значимости.

Преимущества метода:

относительная простота использования;

обеспечение быстрого ранжирования риска по уровням значимости. Недостатки:

Матрица должна быть разработана для конкретных обстоятельств, т. к. затруднительно составить универсальную матрицу, которую организация может применить в любых обстоятельствах.

Как правило, трудно однозначно установить необходимые шкалы.

Применение матрицы весьма субъективно и в значительной степени зависит от специалиста, выполняющего оценку.

Также необходимо учитывать следующие правила.

Риски нельзя объединять (т. е. нельзя установить, что определенное количество низких рисков или низкий риск, выявленный определенное количество раз, эквивалентны среднему риску).

Объединение или сравнение уровней риска для различных категорий последствий представляет определенные трудности.

Способ, которым группируют сценарии при описании риска, должен быть единообразным и, быть определен в начале исследования.

Результаты зависят от уровня детализации анализа, т. е. чем более подробный анализ, тем больше сценариев, каждый из которых имеет более низкую вероятность.

Все это приводит к недооценке фактического уровня риска.

## Матрицы последствий и матрицы рисков

Матрицы последствий и рисков – это таблицы элементами, которых являются, как правило, числовые значения, характеризующие риски и последствия их проявления.

Матрицы – один из математических инструментов теории игр, позволяющий определять и оценивать результаты возможных исходов, являющихся следствием разрешения различных комбинаций ситуаций.

Матричный подход удобен, в случаях отсутствие информации о вероятностных состояниях среды («природы», «экономики»), т.е. в условиях неопределенности. Например, информации о вероятностях тех или иных вариантов реальной ситуации; в лучшем случае известны диапазоны значений рассматриваемых величин. Рекомен- дации по принятию решений в таких ситуациях сформулированы в виде определенных правил (критериев), которые учитывают психологические особенности экспертов оценивающих урояни рисков или руководителей компаний, принимающих решения.

Достаточно известны следующие критерии (правила) принятия решений: Критерии Вальда:

Правило 1 максимина - это максимизация минимума возможных доходов.

Правило 2 максимакса или правило «розовых очков» – максимизация максимума возможных доходов.

Критерий Севиджа или минимакса – миниминизация максимума возможных потерь.

Критерий Гурвица – это компромисная модель принятия решений, учитывающая возможности выше названных подходов.

Правило максимальной вероятности – определение исходов вероятность которых максимальна.

Правило максимизации ожидаемого дохода – максимизация наиболее вероятных доходов.

Рассмотрим названные критерии и правила на примерах.

## Правила Вальда

Правило 1 или критерий крайнего пессимизма, правило «черных очков»

Согласно этому правилу выбирается вариант или стратегия, которая является самой благоприятной, среди наименее благоприятных стратегий.

Математически это правило Вальда описывается формулой:

W = max min Wij

i=1…m j= 1…n

где W – результат рассчета по правилу Вальда; Wij – исходы различных вариантов ситуаций.

Правило 2 или критерий крайнего оптимизма, правило «розовых очков».

Это правило предполагает выбор варианта стратегии имеющий наименее благоприятный исход среди наиболее благоприятных исходов возможных стратегий. Это результат гарантирующий выигрыш.

W = min max Wij

i=1…m j= 1…n

Проиллюстриуем метод на примере.

Хозяйн магазина каждое утро закупает свежую рыбу по цене 50 руб. за кг. Продает по 200 руб. за кг. Он знает, на основании наблюдений, что спрос на рыбу за день может быть 10, 20, 30 и даже 40 кг. Если в течение дня рыба не продана, то в конце дня её всега раскупают по 30 рублей за кг. Сколько кг рыбы Хозяину целесообразно закупать ежедневно?

Для ответа на данный вопрос Хозяин составил следующую матрицу возможных доходов за день (См. ниже).

Ячейки матрицы формируются следующим образом:

Ячейка (10,10) – закуплено 10 кг по 50 руб. Затраты 500 руб. Продано 10 кг по

200 руб. Выручка 2000 руб. Доход 1500 руб.

Аналогично ячейка (10,20) дает результат:

Закуплено 20 кг по 50 руб. Затраты 1000 руб. За день продано 10 кг по 200 руб. и в конце дня распродано 10 кг. рыбы по 30 руб за кг. Общая выручка за день 2300 руб. Доход 1300 руб.

Ячейка (10,30): затраты – 1500 руб. Выручка – 2600 руб. Доход – 1100 руб. Ячейка (10,40) дает результат по доходу равный 900 руб.

и т.д.

Таблица. Расчет максимина и максимакса

|  |  |
| --- | --- |
| Варианты спроса задень | Варианты закупок на день (кг) |
| 10 | 20 | 30 | 40 |
| 10 | 1500 | 1300 | 1100 | 900 |
| 20 | 1500 | 3000 | 2800 | 2600 |
| 30 | 1500 | 3000 | 4500 | 4300 |
| 40 | 1500 | 3000 | 4500 | 6000 |
| Максимакс | 1500 | 3000 | 4500 | 6000 |
| Максимин | 1500 | 1300 | 1100 | 900 |

После заполнения всех элементов матрицы заполняются строки «максимакс» и

«Максимин».

Для этого в строку «Максимакс» из каждого столбца вносим наибольшее из имеющихся в нём чисел. И найдем среди них максимальное. Это 6000 руб. Оно соответствует закупкам 40 кг рыбы ежедневно. Очевидно, что такие закупки может совершать очень азартный человек.

Строка «Максимин» заполняется наименьшими значениями чисел из каждого столбы, а затем среди них выбирают максимальное. Это 1500 рублей. Оно соответствует закупкам 10 кг рыбы ежедневно. Это подход очень осторожного человека.

Следующим шагом в исследовании вопроса о рисках связанных с закупкой рыбы является оценка с использованием критерия Севиджа или метод Минимакса.

В этом случае исследуются не варианты доходов, но возможные потери. При этом упущенная выгода, также относится к потерям.

Заполним, используя те же данные, что и для предшествующей таблицы, матрицу возможных убытков и найдем значение минимаксного решения.

|  |  |
| --- | --- |
| Варианты спроса задень | Варианты закупок на день (кг) |
| 10 | 20 | 30 | 40 |
| 10 | 0 | 200 | 400 | 600 |
| 20 | 1500 | 0 | 200 | 400 |
| 30 | 3000 | 1500 | 0 | 200 |
| 40 | 4500 | 3000 | 1500 | 0 |
| Минимакс | 4500 | 3000 | 1500 | 600 |

Алгоритм заполнения матрицы следующий.

В ячейках (10,10), (20,20), (30,30) и (40,40) вся закупленная рыба продана.

Потери равны нулю.

По ячейке (20,10) ситуация следующая. Закуплено и продано 10 кг, а могли бы продать еще 10, заработав на продаже (200-50)\*10 = 1500 руб. Это и есть возможные потери (упущенна выгода).

Ячейка (30,10) – Закуплено и продано 10 кг. Могли бы продать и заработать (200-50)\*20 = 3000 руб.

Ячейка (10,20) – продано 10 кг и 10 кг реализовано на распродаже с убытком. (50-30)\*10 = 200 руб.

Ячейка (10,30) – продано 10 кг и 20 кг реализовано на распрдаже с убытком (50- 30)\*20 = 400 руб.

Ячейка (10,40) – продано 10 кг и 30 кг реализовано на распрдаже с убытком (50- 30)\*30 = 600 руб.

Ячейка (20,40) – в течении дня продано 20 кг. Ещё 20 кг, в связи с отсутствем спроса, продано в конце дня по 30 руб. за кг., при закупочной цене 50 руб. Убыток от распродажи (50 -30)\*20 = 400 руб.

Аналогично заполняются оставшиеся ячейки.

В каждом из столбцов находим максимальное значение потерь и запишем их с строку «Минимакс». Находим среди них число минимальное по величине. Это 600 руб. Оно соответствует закупке 40 кг рыбы ежедневно.

**Правило Гурвица** – это способ принятия решений на основе компромисса.

Он взвешивает результаты пессимистического и оптимистического подходов к оценке ситуации.

По данному критерию выбирается вариант решения, при котором достигается максимум выражения

ci= {λminqij + (1 – λ)maxqij}, где 0 ≤ λ ≤ 1.

Таким образом, этот критерий рекомендует руководствоваться некоторым средним результатом между крайним оптимизмом и крайним пессимизмом.

При λ=0 критерий Гурвица совпадает с максимаксным критерием, а при λ=1 он совпадает с критерием Вальда. Значение λ выбирается из субъективных (интуитивных) соображений. То есть руководитель принимающий решение выбирает уровень своего отношения к риску. В зависимости от этого осуществляется выбор модели поведения. В критических значениях получаем либо 1 правило (максимина), либо 2 правило (минимакса).

Правила Вальда требуют выполнения следующих условий:

а ≥ 0, в ≥ 0, а + в = 1.

В этих правилах а = λ и «в» = (1-а) - это числа называемые весами.

Для каждого решения необходимо найти найменьший и наибольший, возможные доходы. После чего вычисляем целевую функцию по правилу 2.

а \* (минимальный доход) + в \* (максимальный доход)

Выбираем решение, при котором целевая функция принимает наибольшее значение.

Обратим внимание, что веса «а» и «в» выбирает сам руководитель принимающий решение.

При а = 1, в = 0, получаем правило максимина, а при а = 0, в = 1 – правило максимакса.

Расчеты осуществим в табличной форме. Для чего используем данные таблицы расчета максимакса и максимина.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ решения | Наибольший доход | Наименьший доход | а х (наименьший доход)\* = 0,4\*гр.3 | в х (наибольший доход)\* = 0,6\*гр. 2 | Сумма = гр.4 + гр.5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1500 | 1500 | 600 | 900 | 1500 |
| 2 | 3000 | 1300 | 1200 | 780 | 1980 |
| 3 | 4500 | 1100 | 1800 | 660 | 2460 |
| 4 | 6000 | 900 | 2400 | 540 | 2940 |

*\*) таблицу будем составлять из расчета, что руководитель принял решение о весах, определив их значение: а = 0,4 и b = 0,6.*

Находим максимум в столбце 6. Это 2940 рублей, что соответствует закупкам 40 кг. рыбы.

Очевидно, если руководителем, оценивающим риски, будут приняты другие значения весовых коэффициентов, то и результаты будут иными.

Также, методом Гурвица можно построить таблицу испльзующую данные о возможных потерях (метод Севиджа»). В этом случае ищется минимум целевой функции.

В том случае, если имеется возможность определить вероятность того или иного исходы используют методы принятия решений в условиях часиичной неопределенности. Они приведены ниже.

## Анализ связанных решений в условиях частичной неопределенности

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

## Правило максимума среднего ожидаемого дохода

Этот критерий называется также критерием максимума среднего выигрыша. Если известны вероятности *pj* вариантов развития реальной ситуации, то доход, получаемый при i-ом решении, является случайной величиной Qi с рядом распределения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| qi1 | qi2 | … | qin |
| p1 | p2 | … | pn |

Математическое ожидание *M*[*Qi*] случайной величины Qi и есть средний ожидаемый доход, обозначаемый также :

*Q*

*i*

*n*

*Qi* = *M*[*Qi* ] =  *pjqij* .

*j*1

Для каждого i-го варианта решения рассчитываются величины

*Qi* , и в

соответствии с рассматриваемым критерием выбирается вариант, для которого достигается

*n*

max *Qi*  max  *p j qij*

*i i j* 1

Пример 6. Пусть для исходных данных выше приведенной матрицы известны вероятности развития реальной ситуации по каждому из четырех вариантов, образующих полную группу событий:

p1 =1/2, p2=1/6, p3=1/6, p4=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:

*Q*1 =1/2\*5+1/6\*2+1/6\*8+1/6\*4= 29/6, *Q*2

= 25/6,

*Q*3 = 7,

*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 Ri с рядом распределения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ri1 | ri2 | … | rin |
| p1 | p2 | … | pn |

Математическое ожидание *M[Ri]* и есть средний ожидаемый риск, обозначаемый также *Ri* : *Ri* = *M[Ri]*

*n*

*M[Ri]* =  *p j rij* .*.*

*j*1

Правило рекомендует принять решение, влекущее минимальный средний

ожидаемый риск: min *R*  min *n*

*p r* .

*i i i*

*j*1

*j ij*

## Правило Лапласа или равновозможности (безразличия).

Этот критерий непосредственно не относится к случаю частичной неопределенности, и 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 применить, считая вероятности *pj* одинаковыми для всех вариантов реальной ситуации и равными 1/n. Так, при использовании критерия максимизации среднего

ожидаемого дохода выбирается решение, при котором достигается

max *Q*  max 1 *n q* .

*i n ij*



*i i j*1

А в соответсвии с критерием минимизации среднего ожидаемого риска выбирается вариант решения, для которого обеспечивается

min *R*  min 1 *n r* .



*i n ij*

*i i j*1

## Оптимальность двухкритериальных финансовых операций в условиях неопределенности, по Парето

Из рассмотренного выше примера 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* 19. Рассмотрим это понятие для финансовых операций с двумя указанными характеристиками.

Пусть каждая операция *а* имеет две числовые характеристики *Е(а), r(а)* (например, эффективность и риск); при оптимизации *Е* стремятся увеличить, а *r* уменьшить.

Существует несколько способов постановки таких оптимизационных задач. Рассмотрим такую задачу в общем виде. Пусть *А -* некоторое множество операций, и разные операции обязательно различаются хотя бы одной характеристикой. При выборе наилучшей операции желательно, чтобы *Е* было больше, а r меньше.

Будем говорить, что операция *а доминирует* операцию *b,* и обозначать *а > b,* если *Е(а) ≥ Е(b)* и *r(a)* ≤ *r(b)* и хотя бы одно из этих неравенств строгое. При этом операция *а* 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*20*.*

19 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.

20 Множеством, или областью Парето в общем случае называют множество всех допустимых решений, для которых невозможно одновременно улучшить все частные показатели эффективности в задачах

Для множества Парето справедливо утверждение: каждая из характеристик *Е, r* является однозначной функцией другой, т.е. на множестве Парето по одной характеристике операции можно однозначно определить другую.

Вернемся к анализу финансовых решений в условиях частичной неопределенности. Как показано ранее, каждая операция характеризуется средним

ожидаемым риском *R*

и средним ожидаемым доходом

*Q* . Если ввести

прямоугольную систему координат, на оси абсцисс которой откладывать значения

*R* , а на оси ординат – значения *Q* , то каждой операции будет соответствовать точка ( *R , Q* ) на координатной плоскости. Чем выше эта точка на плоскости, тем доходнее операция; чем правее точка, тем более рисковая операция. Следовательно, при

поиске недоминируемых операций (множества Парето) нужно выбирать точки выше

и левее. Таким образом, множество Парето для исходных данных состоит только из одной третьей операции.

Для определения лучшей операции в ряде случаев можно применять некоторую

взвешивающую формулу*,* в которую характеристики *R* и *Q* входят с

определенными весами, и которая дает одно число, задающее лучшую операцию. Пусть, например, для операции *i* с характеристиками ( *Ri , Qi* ) взвешивающая

формула имеет вид *f(i)* = 3 *Qi* - 2 *Ri* , и наилучшая операция выбирается по

максимуму величины *f(i)*. Эта взвешивающая формула означает, что принимающий

решение специалист 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 специалиста принимающего решение к показателям дохода и риска.

## Коэффициенты риска и коэффициенты покрытия рисков, коэффициент Кука

Пусть *С* – средства, которыми располагает инвестор (ЛПР), а *Y* – возможные убытки. Если *Y* превышает *С*, то возникает реальный риск разорения. Для оценки подобных ситуаций вводится в рассмотрение коэффициент риска *К1 = Y/С*, значения которого ограничивают специальным числом *1*. Операции, для которых *К1**1* , считают особо рискованными.

Часто учитывают также вероятность *р* убытков *Y* и тогда рассматривают коэффициент риска *К2 = рY/С*, который ограничивают другим числом *2* (ясно, что

*1**2*). В финансовом менеджменте чаще применяют обратные отношения *С/Y* и *С/(рY)*, которые называют коэффициентами покрытия рисков. Коэффициенты покрытия *С/Y* и *С/(рY)* ограничиваются снизу соответственно числами 1/*1* и 1/*2.*

Именно такой смысл имеет так называемый коэффициент Кука, равный отношению:

Сосбвенный средства / Активы взвешенные с учётом риска

многокритериальной оптимизации, т.е. невозможно улучшить хотя бы один из них, не ухудшая остальных. Принадлежащие множеству Парето решения называются *эффективными,* или *оптимальными по Парето*.

Коэффициент Кука используется банками и другими финансовыми компаниями. В роли весов при «взвешивании» выступают вероятности - риски потери соответствующего актива.

* + 1. **Value at Risk** (VaR)

Value at Risk (VaR) - стоимостная мера риска. Это выраженная в денежных единицах оценка величины, которую не превысят ожидаемые в течение данного периода времени потери с заданной [вероятностью.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)

VaR характеризуется тремя параметрами:

Временной горизонт, который зависит от рассматриваемой ситуации. По [базельским](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%BF%D0%BE_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83_%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%83) [документам](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%BF%D0%BE_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83_%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%83) - 10 дней, по методике [Risk](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Risk_Metrics&action=edit&redlink=1) [Metrics](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Risk_Metrics&action=edit&redlink=1) - 1 день. Чаще распространен расчет с временным горизонтом 1 день. 10 дней используется для расчета величины капитала, покрывающего возможные убытки.

Доверительный уровень (confidence level) — уровень допустимого риска. По базельским документам используется величина 99 %, в системе RiskMetrics — 95 %.

Базовая валюта, в которой измеряется показатель.

VaR - это величина убытков, которая с вероятностью, равной уровню доверия (например, 99 %), не будет превышена. Следовательно, в 1 % случаев убыток составит величину, большую, чем VaR.

Проще говоря, вычисление величины VaR проводится с целью заключения утверждения подобного типа: «Мы уверены на X% (с вероятностью X/100), что наши потери не превысят Y долларов в течение следующих N дней». В данном предложении неизвестная величина Y и есть VaR.

Бывает:

Исторической, когда распределение доходностей берется из уже реализовавшегося временного ряда, то есть неявно предполагается, что доходности в будущем будут вести себя похожим на то, что уже наблюдалось, образом.

Парамметрической, когда расчеты проводятся в предположении, что известен вид распределения доходностей (чаще всего оно предполагается нормальным).

Методы расчета VaR, требуют учитывать особенности подходов, существующих в данной области.

Методы оценки VaR значительно различаются по объемам требуемых для вычисления данных, уровням сложности вычислений, прогностической точности и пр. В конечном итоге, необходимо подобрать такую модель оценки VaR, которая обеспечит наибольшую точность ппрогноза. В связи с этим необходимо предусмотреть процедуру регулярного бэк-тестинга модели оценки VaR, которая будет предусматривать калибровку параметров модели. Параметры модели включают в себя:

Метод оценки VaR: параметрический или исторический; Временной горизонт: на какой период рассчитывает VaR;

Глубина анализа: за какой период необходимо брать данные для расчета; Параметры сглаживания: каким образом учитываются данные при расчете; Доверительный интервал: с какой точностью необходимо производить расчет. Рассмотрим более подробно особенности оценки перечисленных параметров. Существуют два основных подхода к оценке VaR.

Первый подход называется параметрическим и основан на использовании при оценке параметра риска, в зависимости, от которого рассчитывается VaR.

Другое название параметрического метода - дельта-нормальный метод (delta- normal method).

Второй подход является непараметрическим и использует оценки по историческим данным (historical valuation). Это – «исторический VaR»**.**

Выбор метода расчета показателя рисковой стоимости будет определяться составом и структурой портфеля, доступностью статистических данных и программного обеспечения, вычислительными мощностями оборудования и рядом других факторов.

Кроме указанных методов оценивания следует также отметить методы симуляции рядов данных, к которым затем применяются методы оценки VaR.

Это метод исторических симуляций (historical simulation method) и метод стохастического моделирования известный как Монте-Карло.

Параметрический метод прост в реализации. Он позволяет быстро рассчитывать показатель VaR. В реальном времени. Практически на любых компьютерах. Однако он обладает рядом существенных недостатков. В частности, приходится опираться на сомнительную гипотезу о стационарности нормального распределении риска. Это делает метод мало пригодным для современных условий как на российских, так и на глобальных рынках. Кроме того, метод не лучшим образом применим для портфелей, содержащих такие нелинейные инструменты как опционы. Еще одним ограничением применение метода является наличие тяжелых хвостов, которое характерно, например, для распределений операционного риска.21

В непараметрических моделях (исторический метод расчета VaR) распределения вероятности и изменения значений факторов риска строятся эмпирическим путем. VaR предполагает использование исторического изменения цен на финансовые инструменты, составляющие портфель, для построения распределения цен будущих (потенциальных) прибылей и убытков.

Исторический метод основан на предположении о стационарности рынка в ближайшем будущем.

Выбирается период времени - например, 100 торговых дней. Его называют – временной горизонт. За этот период отслеживаются относительные изменения цен, всех активов входящих в сегодняшний портфель. Затем оцениваются относительные изменения цен портфеля в течение выбранного временного горизонта. После чего полученные 100 чисел сортируются, по убыванию.

Взятое с обратным знаком число, соответствующее выбранному доверительному уровню, например для уровня уровня 99% необходимо взять число с номером 99, будет представлять собой VaR портфеля. Это и есть, максимальное исторически наблюдаемое значение потерь, которое не будет превышено в 99 случаях из 100.

Достоинством применения данного метода является отсутствие предположения о том, что распределение доходностей и факторов риска является нормальном. Или какой-либо иной стохастической модели динамики цен на рынке, кроме реально

21 Журавлев И.Б. Байесовский анализ операционных потерь с выбором порогового значения для оценки капитала под операционным риском // Управление финансовыми рисками. – 2008. - №3(15). –с.244-253.

наблюдавшейся в прошлом. Это позволяет учесть эффект «толстых хвостов» такого распределения.

Отсюда основной недостаток – базовая посылки метода о том, что прошлое может служить хорошей моделью будущего несоответствует реальности.

Метод симуляций Монте-Карло общепризнан лучшим, так как обладает рядом неоспоримых достоинств: он не использует гипотезу о нормальном распределении, точность его прогнозов для нелинейных инструментов высокая и он устойчив к выбору ретроспективы.

Основным преимуществом этого метода, в сравнении с иными методами, является возможность использования параметров исторических распределений факторов риска и моделирования сценариев с учетом экспертных предположений о будущем движении факторов риска. Метод также удобен для стрес - тестирования капитала, необходимого для покрытия рисков.

Таблица. Сравнение методов расчета VaR

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Критерии | Дельта-нормальный | Историческое моделирование | Монте- Карло |
| Оценивание | Локальное | Полное | Полное |
| Применимость к нелинейным инструментам | Нет | Да | Да |
| Учет исторического распределения | Как оценка распределения | Точно то, что было | Полностью |
| Учет «предполагаемой» волатильности | Возможно | Нет | Да |
| Допущение о нормальном распределении доходностей | Да | Нет | Нет |
| Оценка экстремальных событий | Плохая | Плохая | Возможна |
| Модельный риск | Может быть значительным | Приемлемый | Высокий |
| Объем требуемой истории данных | Средний | Очень большой | Малый |
| Вычислительная сложность | Невысокая | Высокая | Очень высокая |
| Наглядность | Средняя | Большая | Малая |

*Источник: Энциклопедия финансового риск-менеджмента*

Как видно из таблицы лучшим методом оценки VaR, позволяющим не только учитывать, исторические данные, но и моделировать, возможные отклонения значений факторов риска от запланированных величин, является метод стохастического моделирования. Или метод Монте-Карло. Он также позволяет оценивать доходность портфеля в условиях. Что особенно актуально для прогнозирования и учета в модели кризисных явлений.

Одним из наиболее существенных преимуществ, представленной методологии, является возможность единообразно как компоненты финансового риска, так и совокупный финансовый риск. То есть метод даёт возможность агрегировать оценки

VaR различных видов риска, которые составляют профиль риска банка, в единый показатель такого же типа, без потери точности вычислений.

Выбор временного горизонта для оценки VaR факторов риска зависит от множества факторов: цели использования лимитов, средняя продолжительность сделок, требования регулятора и др. Большинство финансовых учреждений, как правило, выбирают однолетний период времени и оценивают риски, доходы, затраты и риски для этого единого периода времени.

Стоит отметить, что в течении года, финансовые учреждения, обычно, создают запас ("подушку") дохода. Это запас может стать резервом на неожидаемые потери.

Размер этого резерва будет зависеть от дивидендной политики организации и процедур формирования нераспределенной прибыли.

Выбор глубины анализа, т.е. периода, за который учитываются исторические данные, определяется на основании бэк-тестинга. В общем случае задача состоит в том, чтобы подобрать глубину анализа, которая, во-первых, будет достаточной для отражения текущих существенных тенденций в динамике и волатильности факторов риска, а, во-вторых, не будет создавать «шумы» для расчета VaR из-за включения в расчет устаревших данных.

Согласно рекомендациям Базельского комитета, доверительный интервал для оценки кредитных рисков устанавливается на уровне 99% для банков, использующих внутренние модели кредитных рейтингов 99% - для оценки рыночных рисков , 99,9% - для оценки операционных рисков по продвинутому подходу (АМА).

При этом Базельский комитет подчеркивает - в некоторых случаях оценки 99,9%-ого интервала уверенности, основывающиеся на данных о внутренних и внешних событиях, не будут надежными. Например, для бизнес-линий со значительным сдвигом, в распределении убытков (heavy-tailed loss distribution). А также, с незначительным количеством наблюдаемых убытков.

В подобных случаях для системы измерения риска могут быть важнее анализ распределения на хвостах и анализ экстремальных значений. И наоборот, данные о событиях, связанных с операционными убытками, могут играть более значительную роль в системе измерения риска для бизнес-линий, где оценки 99,9%-ого интервала уверенности, основанные главным образом на таких данных, считаются надежными.

## Shortfall или дефицит

Многих недостатков, свойственных [*VAR*](http://www.riskcontrol.ru/riskmvar.shtml)у, лишен метод *Shortfall*. Обозначим, как и при определении [*VAR*,](http://www.riskcontrol.ru/riskmvar.shtml) через *X* потери нашего портфеля через *N* дней, *q*

*= VARa(X)*, тогда *Shortfalla(X)* есть условное математическое ожидание *X* при условии, что *X* больше *q*

*Shortfalla (X) = E(X|X>q)*.

*Shortfall* является более консервативной мерой риска, чем [*VAR*.](http://www.riskcontrol.ru/riskmvar.shtml) Для одного и того же уровня *a* он требует резервировать больший капитал.

Рассмотрим простой пример, иллюстрирующий соотношение VAR и *Shortfall*. Предположим, что у нас есть облигация, номиналом 100, которая завтра должна быть погашена. С вероятностью 0.99 она будет погашена полностью, а с вероятностью 0.01 заемщик откажется от 100% исполнения своих обязательств, и мы получим только половину номинала. Тогда наши потери *X* составят 0 с вероятностью 0.99 и 50 с вероятностью 0.01. Для a = 0.95

*VARa(X) = 0*, т.е VAR советует нам не резервировать капитал вообще. Этот совет представляется странным, поскольку и потери наши могут быть довольно значительны, и вероятность понести эти потери не так уж мала - 0.01. В то же время

*Shortfalla (X) = E(X|X>0) = 50*.

Таким образом, *Shortfall* позволяет учитывать большие потери, которые могут произойти с небольшой (меньшей, чем 1-a) вероятностью. Он также более адекватно оценивает риск в распространенном на практике случае, когда распределение потерь имеет тяжелый хвост.

## Метод оценки вероятности ожидаемого ущерба

Метод оценки вероятности ожидаемого ущерба основан на том, что степень риска определяется как произведение ожидаемого ущерба на вероятность того, что этот ущерб произойдет. Наилучшим является решение с минимальным размером рассчитанного показателя. Математически суть этого метода можно выразить в виде формулы:

R = A \* p1 + (A + D) \*p2

А и В – ущерб при принятии различных решений; р1 и р2 – степень вероятности получения ущерба.

* + 1. **Мультикритериальный анализ решений МСА** (Multi-Criteria Analysis**)**

Метод МСА - это разработка матрицы вариантов решений и критериев, которые затем ранжируют и агрегируют для последующей общей оценки каждого варианта решения.

Метод MCA предназначен для:

сопоставления различных версий решений при их первичном анализе, и отбора наиболее предпочтительных или наиболее непрогодных вариантов решений;

сопоставления вариантов решений имеющих несколько, иногда противоречивых, критериев;

получения компромиссного варианта решения в ситуации противоречия целей или ценности у причастных сторон.

Входная информация для данного метода представляет собой набор решений для проведения анализа. Критерии, основанные на поставленных целях, могут быть одинаково применены ко всем вариантам решений, чтобы дифференцировать их между собой.

Обычно процесс анализа включает в себя выполнение группой компетентных специалистов, представляющих причастные стороны, следующих действий:

установления цели;

определения качественных признаков (критериев, показателей оценки или качественных характеристик выполнения работы), соответствующих каждой цели;

структурирования качественных признаков по иерархическому принципу; разработки вариантов решений, которые необходимо оценить в соответствии с

выбранными критериями;

определения важности критериев и назначения для каждого из них весового коэффициента;

оценки альтернативных вариантов решений с учетом критериев, которая может

быть представлена в виде матрицы бальных оценок;

объединения множественных бальных оценок для каждого качественного признака в объединенную бальную оценку, учитывающую множество качественных признаков;

оценки полученных результатов.

Существуют различные методы, в соответствии с которыми каждому критерию может быть назначен весовой коэффициент, и различные способы объединения оценок по критериям для каждого варианта решения в единую бальную оценку. Например, оценки могут быть объединены в виде взвешенной суммы или взвешенного произведения с использованием анализа иерархий и метода определения весов и ранжирования, основанного на попарных сравнениях. Все эти методы предполагают, что преимущество какого-либо критерия не зависит от значений других критериев. Там, где это предположение не соответствует действительности, применяют другие модели.

Поскольку оценки имеют субъективный характер, то целесообразно проведение анализа чувствительности для установления той степени, до которой весовые коэффициенты и оценки влияют на общий порядок предпочтений среди вариантов.

Выходными данными метода являются результаты ранжирования вариантов по убыванию предпочтений. Если в процессе анализа была составлена матрица, в которой осями являются взвешенные критерии и оценки каждого варианта по критериям, то варианты, не соответствующие особо значимым критериям, могут быть исключены.

Преимущества метода:

Метод обеспечивает простую структуру эффективного принятия решений и представления предположений и выводов.

Метод позволяет решать сложные проблемы, решение которых невозможно с помощью анализа эффективности затрат.

Метод позволяет рационально исследовать проблему поиска оптимального решения.

Метод позволяет достичь компромисса в ситуации, когда причастные стороны имеют различные цели и, следовательно, критерии.

Недостатки метода:

Метод подвержен влиянию предвзятого и неполного выбора критериев для принятия решения.

Большинство многокритериальных проблем не имеют окончательного или однозначного решения.

Алгоритмы расчета, по которым определяются весовые коэффициенты критериев из установленных предпочтений или объединяют различные мнения, могут скрывать идеологическую основу принятия решения.