

Раздел № 3

Инструментарий выработки и принятия управленческих решений

Тема №3

Принятие управленческих решений в условиях риска и неопределенности

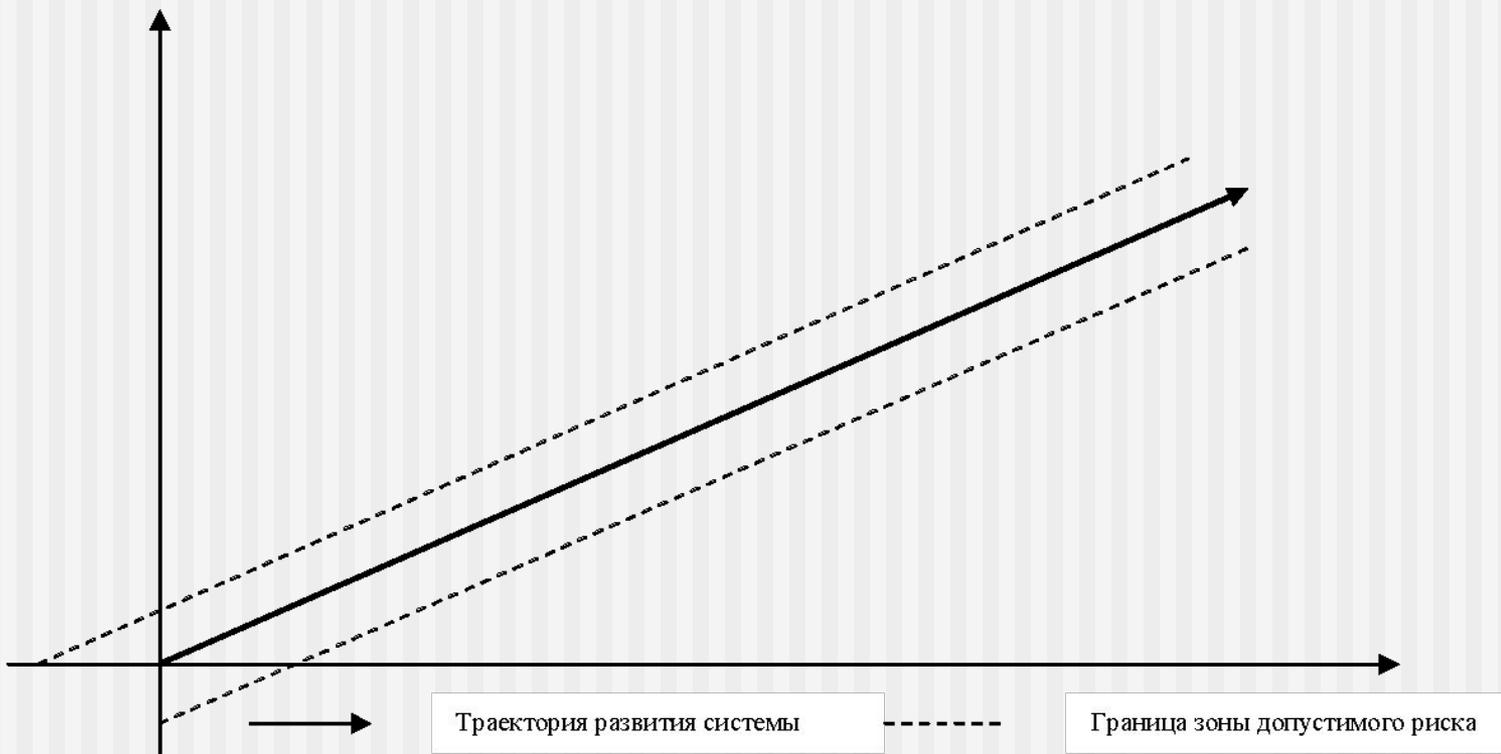
Моделирование в условиях риска и неопределенности

Экономическим системам присущи свойства открытых систем, предполагающие объективное воздействие на процессы их функционирования внешних условий различной природы. Наиболее часто условия характеризуются направлениями, частотой и глубиной изменений, вероятностью наступления тех или иных событий.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Вероятностный характер изменения условий хозяйствования обуславливает наличие целой совокупности рисков, определяющих специфику функционирования предприятия в условиях нестабильной экономической среды.

Моделирование в условиях риска и неопределенности



Условная траектория развития системы

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Риски – это прогнозируемые отклонения от оптимальной траектории развития системы под объективным влиянием нестабильной среды функционирования.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Сложность неустойчивой среды функционирования, разнородность ее структурных элементов обуславливают многообразие возможных исходов, определяющих совокупность условий хозяйствования. Причем, если вероятность наступления одних исходов прогнозируема, то вероятность других исходов определить имеющимися методами невозможно.

Для второй группы исходов используется понятие неопределенности.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Как правило, выделяют следующие виды рисков:

- природно-климатические;**
- производственные;**
- трудовые;**
- маркетинговые;**
- финансовые;**
- административно-политические.**

Природно-климатические риски

Последствия природно-климатических рисков связаны с частичной или полной потерей продукции (в том числе ее качества) под влиянием природно-климатических факторов.

Производственные риски

Производственные риски возникают непосредственно в процессе производства и выражаются в возможном недополучении продукции и (или) снижении ее качества из-за несоблюдения технологий; в росте текущих затрат из-за перерасхода ресурсов в натуральном выражении.

Трудовые риски

Риски, связанные с персоналом, возникают, во-первых, с опасностью возникновения дефицита трудовых ресурсов из-за ухудшения демографической ситуации; во-вторых, из-за возможных нарушений технологий вследствие низкой квалификации кадров или нарушений трудовой дисциплины.

Маркетинговые риски

Маркетинговые риски, связаны с колебаниями цен на произведенную продукцию и на ресурсы, необходимые для функционирования системы.

Финансовые риски

Финансовые риски возникают в силу возможной несбалансированности текущих выплат и поступлений и отсутствия источников финансирования в моменты разрыва платежей.

Административно-политические риски

Административно-политические риски связаны с возможными изменениями экономической политики государства, с созданием административных барьеров со стороны местных и региональных властей; с правовой неурегулированностью земельных отношений; с ухудшением криминогенной ситуации.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Последствия различных рисков в сельском хозяйстве, в конечном итоге, будут проявляться либо в недоборе урожая, либо в падении объемов выручки от реализации продукции (снижение качества продукции или падение цен под влиянием макроэкономических условий), либо в увеличении затрат (перерасход средств в натуральном выражении или рост цен на них).

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Стохастическая модель - математическая модель экономической системы или процесса, учитывающая факторы случайной природы

Стохастические модели оптимизации обычно более адекватны реальным условиям выбора решений, чем детерминированные постановки экстремальных задач. Каждой детерминированной модели управления соответствует множество стохастических моделей, различающихся информационной структурой.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

При построении стохастической модели важно знать, необходимо ли принять единственное решение, не подлежащее корректировке, или можно, по мере накопления информации, один или несколько раз подправлять решение. В соответствии с этим в стохастическом программировании могут конструироваться и реализовываться одно-, двух- и многоэтапные задачи.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Одноэтапные задачи различаются по целевым функциям, по характеру ограничений и по виду решения. Чаще всего в качестве целевой функции используется вероятность попадания решения в некоторую случайную область (Р-модели), и математическое ожидание или дисперсия некоторых функций от решения (соответственно М-модели и V-модели).

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Ограничения в задачах такого типа, как правило, бывают трех типов:

- жесткие;**
- вероятностные (с заданной вероятностью отклонения от жестких ограничений);**
- статистические (усредненные по распределению случайных параметров).**

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Факторы производства делятся на инертные и доступные корректировке до истечения планируемого периода. поддающимся оперативной корректировке. В одноэтапных стохастических задачах, в которых содержательный смысл плана определяется факторами первой группы, не связывают выбор компонент плана с реализацией случая. Решение таких задач представляется в виде детерминированных векторов.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

При планировании организационных и технологических мероприятий второй группы целесообразно связывать их выбор с реализацией случайных параметров условий.

При двухэтапном планировании естественно считать факторы первой группы (инертные) компонентами предварительного плана, а факторы второй группы (оперативные) — составляющими плана компенсации.

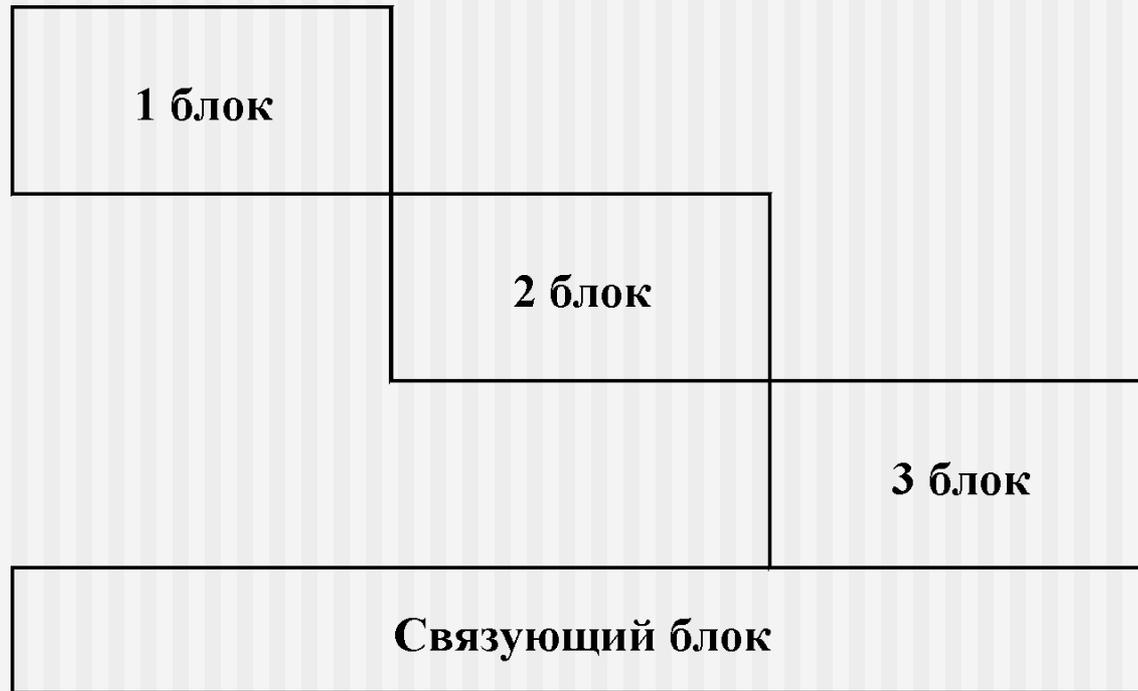
Моделирование в условиях риска и неопределенности

Выделяют два основных метода реализации стохастических задач:

- 1. Конечное число возможных случайных реализаций условий (чаще всего учитываются три исхода) функционирования производственной системы комплексно представляется в виде модели блочно-диагональной структуры.**
- 2. Используется стохастическая задача с вероятностными ограничениями, учитывающая лишь колебания объемов ограничений.**

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Модель блочно-диагональной структуры:



Моделирование в условиях риска и неопределенности

Переход от детерминированной М-задачи с параметрами на уровне математических ожиданий к стохастической задаче может быть осуществлен в следующей последовательности:

- выделение из М-задачи параметров, имеющих в своем составе случайные величины;
- установление уровней пороговых вероятностей выполнения тех или иных ограничений;
- расчет дисперсий случайных величин;
- ввод в ограничение специальных переменных, характеризующих величину необходимого объема страховых запасов по каждому ограничению
- определение границ изменения нелинейных переменных, необходимых для реализации метода кусочно-линейной аппроксимации.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Основное преимущество данного подхода заключается в том, что во-первых критерием формирования отраслей наряду с традиционными факторами является их дисперсия, как численная характеристика степени их стабильности; во-вторых формирование страховых запасов позволяет обеспечить достаточную свободу маневра ресурсами.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Сущность альтернативного подхода:

Поскольку реализация одноэтапной стохастической М-задачи является способом получения базового оптимального плана при наиболее вероятном исходе реализации случайных величин, а результаты решения являются детерминированными векторами, то можно при формировании базовой модели накладывать на систему ее основные параметры, определенные заранее по специальным методикам.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Таким образом, исключаются возможность колебаний отдельных ресурсов-факторов производства, поскольку они по своему характеру относятся к так называемым «инертным» факторам, слабо поддающимся оперативной корректировке. Влияние же изменения отдельных ресурсов на получение конечного результата будет оцениваться на основании использования двойственных оценок.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Определение математического ожидания всех остальных параметров стохастической экономико-математической модели на основе вероятности наступления того или иного события позволяет не только описать наиболее вероятное состояние исследуемой системы, но и создает возможность исследовать поведение системы при изменении вероятности наступления тех или иных событий.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Технико-экономические коэффициенты базовой М-модели можно выделить в три группы:

- **нормативные**, являющиеся константой при любом исходе (например, норма высева семян, удельный вес мертвых отходов и т.д.);
- **случайные**, определяемые на основе их математического ожидания (например, урожайность сельскохозяйственных культур, цена реализации продукции и т.д.);
- **производные**, величина которых вычисляется в зависимости от математического ожидания технико-экономических коэффициентов, относящихся к случайным (производственные затраты на 1 га).

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Базовая модель М-задачи имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} Z &= M \left(\sum_{j \in J} c_j x_j \right) \rightarrow \max \\ \sum_{j \in J} \bar{a}_{ij} x_j &\leq b_i \quad i \in I \\ \sum_{j \in J} \bar{v}_{ij} x_j &\geq Q_i \quad i \in I \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Таким образом, выполнен переход от значений a_{ij} , V_{ij} к их вероятностным характеристикам: математическим ожиданиям a_{ij} , V_{ij} .

Задача выбора решения

Представим, что рассчитаны несколько вариантов развития (стратегии) хозяйствующего субъекта для одного конкретного состояния внешней среды.

Варианты отраслевой структуры	Размер прибыли при средних условиях, млн. руб.
1 вариант	15,2
2 вариант	14,8
3 вариант	16,8
4 вариант	16,2
5 вариант	16,8

В этом случае имеется совокупность значений критериев оптимальности, из которых необходимо выбрать наилучший.

Задача выбора решения

Выбор оптимального варианта производится с помощью критерия:

$$B_o = \left\{ B_{j_o} \mid B_{j_o} \in B \wedge r_{j_o} = \max r_j \right\}$$

Выбор оптимального варианта не является однозначным, поскольку $\max r_j$ может достигаться сразу в нескольких вариантах выбора.

Задача выбора решения

Варианты отраслевой структуры	Размер прибыли при средних условиях, млн. руб.
1 вариант	15,2
2 вариант	14,8
3 вариант	16,8
4 вариант	16,2
5 вариант	16,8

Задача выбора решения

В рассмотренном случае каждому варианту решения соответствует единственное (внешнее) состояние, т.е. однозначно определяется единственный результат. Этот случай является достаточно простым и весьма частым. В более сложных случаях каждому допустимому варианту принятия решения B_i , вследствие различных внешних условий Y_j , $j = 1, \dots, m$, соответствуют различные результаты r_{ij} решений.

Задача выбора решения

Варианты отраслевой структуры	Размер прибыли при средних условиях, млн. руб.
1 вариант	15,2
2 вариант	14,8
3 вариант	16,8
4 вариант	16,2
5 вариант	16,8

Варианты отраслевой структуры	Условия		
	Неблагоприятные	Средние	Благоприятные
1 вариант	12,7	15,2	18,2
2 вариант	10,5	14,8	20,5
3 вариант	9,6	16,8	17,5
4 вариант	13,1	16,2	18,1
5 вариант	10,2	16,8	20,0

Задача выбора решения

В этом случае семейство решений описывается матрицей:

$$R = \left| r_{ij} \right| \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$$

Чтобы перейти к однозначному и наиболее выгодному варианту решения, вводятся оценочные (целевые) функции. При этом матрица решений $|r_{ij}|$ сводится к одному столбцу.

Задача выбора решения

Существуют несколько классических критериев выбора решений. Эти критерии можно разделить на две группы:

- 1) критерии выбора решения в условиях неопределенности;
- 2) критерии выбора решения в условиях риска.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Максиминный критерий Вальда

$$B_o = \left\{ B_j \mid B_{j_o} \in B \wedge r_{j_o} = \max_j \min_i r_{ij} \right\}$$

Алгоритм выбора решения: матрица решений дополняется столбцом из наименьших элементов каждой строки. После этого из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по максиминному критерию

$$A = \begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} \begin{matrix} 15 \\ 20 \\ 25 \\ 5 \end{matrix} \text{ ОПТИМУМ}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

ММ-критерий выражает позицию крайней осторожности. Выбранные таким образом варианты полностью исключают риск. Это означает, что принимающий решение не может столкнуться с худшим результатом, чем тот, на который он ориентируется. Это свойство позволяет считать ММ-критерий одним из фундаментальных. Однако положение об отсутствии риска может привести к вариантам, не обеспечивающим в условиях рынка выживание хозяйствующего субъекта.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Критерий нейтрального игрока

$$B_o = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \max_j \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ij} \right\}$$

Алгоритм выбора решения: матрица решений дополняется столбцом из среднеарифметических значений элементов для каждой строки. После этого из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию нейтрального игрока

$$A = \begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} \begin{matrix} 21,7 \\ 43,3 \\ 43,3 \\ 45,0 \end{matrix} \text{ оптимум}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Критерий азартного игрока

$$B_o = \left\{ B_{j_0} \mid B_{j_0} \in B \wedge r_{j_0} = \max_j \max_i r_{ij} \right\}$$

Данный критерий называют критерием оптимизма. Алгоритм выбора решения: матрица решений дополняется столбцом из наибольших элементов каждой строки. После этого из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию азартного игрока

$$A = \begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} \begin{matrix} 30 \\ 75 \\ 80 \\ 85 \end{matrix} \text{ ОПТИМУМ}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Критерий Сэвиджа

$$B_O = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \min_j \left[\max_i (\max_j r_{ij} - r_{ij}) \right] \right\}$$

Алгоритм выбора решения: в каждом столбце определяется максимальное значение элементов. Затем строится матрица, элементы которой находятся как разница между максимальным элементом для соответствующего столбца и текущим элементом. После этого в каждой строке определяется максимальный элемент, а из совокупности этих элементов определяется минимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Критерий Сэвиджа

Если исходная матрица является не матрицей выигрышей, а матрицей потерь, алгоритм выбора решения несколько видоизменяется: в каждом столбце определяется минимальное значение элементов. Затем строится матрица, элементы которой находятся как разница между текущим элементом и минимальным элементом для соответствующего столбца. После этого в каждой строке определяется максимальный элемент, а из совокупности этих элементов определяется минимальный.

$$B_o = \left\{ B_{j_0} \mid B_{j_0} \in B \wedge r_{j_0} = \min_j r_{j_0} = \min_j \left[\max_i (r_{ij} - \min_j r_{ij}) \right] \right\}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию Сэвиджа
(A – матрица выигрышей)

$$A = \begin{bmatrix} 85 & 80 & 45 \\ 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} 65 & 50 & 30 \\ 10 & 60 & 10 \\ 60 & 0 & 20 \\ 0 & 75 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 65 \\ 60 \text{ Оптимум} \\ 60 \text{ Оптимум} \\ 75 \end{matrix}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию Сэвиджа
(A – матрица потерь)

$$A = \begin{bmatrix} 20 & 5 & 15 \\ 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} 0 & 25 & 0 \\ 55 & 15 & 20 \\ 5 & 75 & 10 \\ 65 & 0 & 30 \end{bmatrix} \quad 25 \text{ Оптимум}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Критерий Гурвица

$$B_o = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \max_j \left[\alpha \max_i r_{ij} + (1 - \alpha) \min_i r_{ij} \right] \wedge 0 \leq \alpha \leq 1 \right\}$$

Предполагает компромисс между крайним оптимизмом и крайним пессимизмом.

Алгоритм выбора решения: в каждой строке определяются максимальное и минимальное значение элементов. Затем находится разница между произведением весового коэффициента и максимальным значением и произведением единицы за минусом весового коэффициента и минимальным значением по каждой строке.

После этого из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Критерий Гурвица

Если исходная матрица является не матрицей выигрышей, а матрицей потерь, алгоритм выбора решения несколько видоизменяется: в каждой строке определяются максимальное и минимальное значение элементов. Затем находится разница между произведением весового коэффициента и минимальным значением и произведением единицы за минусом весового коэффициента и максимальным значением по каждой строке.

После этого из совокупности этих элементов определяется минимальный.

$$B_o = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \min_j \left[\alpha \min_i r_{ij} + (1 - \alpha) \max_i r_{ij} \right] \wedge 0 \leq \alpha \leq 1 \right\}$$

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию Гурвица (A – матрица выигрышей)

Для первой строки: $0,4*30-(1-0,4)*15 = 24$

$A =$	$\begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix}$	Max	Min	При $\alpha=0,4$
		30	15	24
		75	20	42
		80	25	47
		85	5	37

Оптимум

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию Гурвица (A – матрица потерь)

Для первой строки: $0,4 \cdot 15 - (1 - 0,4) \cdot 30 = 24$

			Max	Min	При $\alpha=0,4$	
$A =$	20	30	15	30	15	24
	75	20	35	75	20	53
	25	80	25	80	25	58
	85	5	45	85	5	53

Оптимум

Критерии выбора решения в условиях риска

Критерий Байеса-Лапласа

$$B_o = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \max_j \sum_{i=1}^n r_{ij} q_j \wedge \sum_{j=1}^m q_j = 1 \right\}$$

Данный критерий учитывает вероятность q_j проявления внешнего состояния Y_j .

Алгоритм выбора решения: матрица решений дополняется столбцом из математических ожиданий значений каждой из строк матрицы (сумма произведений элемента матрицы и вероятности события для каждого столбца).

Затем из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию Байеса-Лапласа

Для первой строки: $0.2*20+0,5*30+0.3*15 = 23.5$

$$q_1=0.2 \quad q_2=0.5 \quad q_3=0.3$$

$A =$	$\begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix}$	23,5	
		35,5	
		52,5	Оптимум
		33,0	

Критерии выбора решения в условиях риска

Расширенный максиминный критерий

$$B(p_o) = \left\{ B(p_o) \mid B(p_o) \in B \wedge r(p_o q_o) = \max_p \min_q \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} p_i q_j \wedge \sum_1^n p_i = \sum_1^m q_j = 1 \right\}$$

Данный критерий учитывает вероятность q_j проявления внешнего состояния Y_j и вероятность p_j выбора стратегии V_j .

Алгоритм выбора решения: формируется новая матрица путем нахождения произведения значений элементов исходной матрицы, вероятности исхода и вероятности выбора стратегии. Затем для каждой строки выбирается минимальный элемент, а из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по расширенному минимаксному критерию

$$q_1=0.2 \quad q_2=0.5 \quad q_3=0.3$$

$$A = \begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} p_1=0.1 \\ p_2=0.3 \\ p_3=0.4 \\ p_4=0.2 \end{matrix} \quad R = \begin{bmatrix} 0,4 & 1,5 & 0,5 \\ 4,5 & 3,0 & 3,2 \\ 2,0 & 16,0 & 3,0 \\ 3,4 & 0,5 & 2,7 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 0,4 \\ \text{Оптимум} \\ 3,0 \\ 2,0 \\ 0,5 \end{matrix}$$

Критерии выбора решения в условиях риска

Критерий Ходжа–Лемана

$$B_o = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \max_j \left[\gamma \sum_{i=1}^n r_{ij} q_j + (1 - \gamma) \min_i r_{ij} \right] \wedge 0 \leq \gamma \leq 1 \right\}$$

С помощью параметра γ в этом критерии выбирается степень доверия к используемому распределению вероятностей.

Алгоритм выбора решения: находится сумма произведений математических ожиданий значений каждой из строк матрицы с коэффициентом доверия γ и минимальных элементов каждой строки с разницей между единицей и коэффициентом доверия γ . Затем из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях риска

Критерий Гермейера

$$B_o = \left\{ B_{jo} \mid B_{jo} \in B \wedge r_{jo} = \max_j \min_i r_{ij} q_j \wedge r_{ij} < 0 \right\}$$

Данный критерий оценивает возможные величины потерь. При использовании данного критерия исходную матрицу необходимо преобразовать в матрицу, в которой все элементы имеют отрицательное значение (из каждого элемента вычитается любое число, большее максимального из всех элементов).

Алгоритм выбора решения: в каждой строке определяется наименьшее произведение текущего элемента и вероятности состояния Y_j . Затем из совокупности этих элементов определяется максимальный.

Критерии выбора решения в условиях неопределенности

Выбор решения по критерию Гермейера

$$q_1=0.2 \quad q_2=0.5 \quad q_3=0.3$$

$$q_1=0.2 \quad q_2=0.5 \quad q_3=0.3$$

$$A = \begin{bmatrix} 20 & 30 & 15 \\ 75 & 20 & 35 \\ 25 & 80 & 25 \\ 85 & 5 & 45 \end{bmatrix} R_0 = \begin{bmatrix} -80 & -70 & -85 \\ -25 & -80 & -65 \\ -75 & -20 & -75 \\ -15 & -5 & -55 \end{bmatrix} R_1 = \begin{bmatrix} -16,0 & -35,0 & -25,5 \\ -5,0 & -40,0 & -19,5 \\ -15,0 & -10,0 & -22,5 \\ -3,0 & -47,5 & -16,5 \end{bmatrix} \begin{matrix} -35,5 \\ -40,0 \\ -22,5 \\ -47,5 \end{matrix}$$

Опт