Факультет дистанционного обучения, направление 38.03.01 «Экономика», профиль «Финансы и кредит»

Дисциплина

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Кафедра математических методов в экономике

Методы оптимальных решений в условиях риска, неопределенности, конфликта

Математическая модель принятия решений

Для построения математической модели принятия решений необходимо задать следующие три множества:

X – множество допустимых альтернатив (альтернативы, стратегии, варианты, действия, решения, планы и т. п.);

Y – множество возможных состояний среды;

A – множество возможных исходов.

Всегда предполагается, что множество X содержит не менее двух альтернатив – иначе надобность в принятии решения отпадает.

Функция реализации

Каждой паре (x, y), где $x \in X$ и $y \in Y$, соответствует определенный исход $a \in A$. Другими словами, существует функция

$$F: X \times Y \to A,$$

которая называется *функцией реализации*.

Функция реализации каждой паре вида (альтернатива, состояние среды) ставит в соответствие определяемый ею исход.

Реализационная структура ЗПР

Набор объектов (X, Y, A, F) составляет *реализационную структуры задачи принятия решений*.

Реализационная структура отражает связь между выбираемыми альтернативами и исходами; в общем эта связь не является детерминированной (однозначной): появление того ил иного конкретного исхода зависит не только от выбранной альтернативы, но и от наличного состояния среды. Таким образом, имеется неопределенность стратегического типа; эта неопределенность создается за счет воздействия среды на объект управления.

Оценочная структура ЗПР

Реализационная структура задачи принятия решения составляет ее первую компоненту. Вторая компонента ЗПР называется ее оценочной структурой. Если реализационная структура определяет возникающий результат, то *оценочная структура* указывает оценку этого результата с точки зрения принимаемого решения.

В математической модели ЗПР оценочная структура может задаваться различными способами

Способы задания оценочной структуры

- Если принимающий решение может оценить эффективность (равнозначные по смыслу термины: «полезность», «ценность») каждого исхода $a \in A$ некоторым числом $\varphi(a)$, то оценочная структура задается в виде пары (A, φ), где $\varphi : A \to R$; при этом φ называется *оценочной функцией*.
- Другой способ задания оценочной структуры состоит в указании отношения предпочтения исходов, что сводится к перечислению пар исходов a_1, a_2 , для которых a_1 лучше, чем a_2 (это записывается в виде $a_1 \rangle a_2$ и читается «a_1 предпочтительней, чем a_2».
- Еще один способ задания оценочной структуры – разбиение множества исходов A на два класса: A_0 – класс «плохих» исходов и A_1 – класс «хороших» исходов.

Задание оценочной структуры в виде оценочной функции

Наиболее распространенным является задание оценочной структуры в виде оценочной функции φ.

Целевая функция f есть композиция функции реализации F и оценочной функции φ, т.е.

$$f = \varphi \circ F.$$

Таким образом,

$$f(x,y) = \varphi(F(x,y)).$$

Целевая функция имеет следующий содержательный смысл: число $f(x,y)$ есть оценка полезности (с точки зрения принимающего решение) того исхода, который возникает в ситуации, когда он выбирает альтернативу x, а среда принимает состояние y.

Замечание

В некоторых задачах принятия решений оценка исходов характеризует его в негативном смысле, являясь выражением затрат, убытков и т. п. В этом случае целевая функция f называется функцией потерь.

Построение математической модели ЗПР

сводится к заданию двух структур: реализационной структуры и оценочной структуры.

Реализационная структура отражает зависимость между выбираемым альтернативам и возникающими исходами.

С помощью оценочной структуры производится субъективная оценка возникающих исходов с точки зрения принимающего решения.

Особенности математических моделей ЗПР в экономике

В микроэкономических ситуациях принятия решений в качестве субъекта, принимающего решение (т. е. в качестве управляющей подсистемы) чаще всего выступает фирма. В качестве среды здесь может быть природная среда (или ее аналог), и конкурирующая фирма, покупатели, и законодательный орган и т. п. Хотя при построении модели принятия решения в общем случае невозможно однозначно указать, что является средой, полезно руководствоваться следующим принципом:

среда – это то, что определяет при каждой фиксированной альтернативе появление того или иного исхода.

Другими словам, в качестве среды выступает система (структура, организация, физическое лицо), фиксирование состояния которой приводит при выборе управляющей подсистемой любой конкретной альтернативы к однозначно оцениваемому ею результату.

В качестве оценочной функции в экономических задачах принятия решений чаще всего выступает величина прибыли (или величина затрат). Однако в ряде задач в качестве естественной оценки исходов можно рассматривать и другие величины, например, количество произведенной продукции, время реализации проекта, долю рынка, которая контролируется данной фирмой др.

Методика исследования ЗПР на основе математического моделирования

состоит в реализации следующих трех этапов.

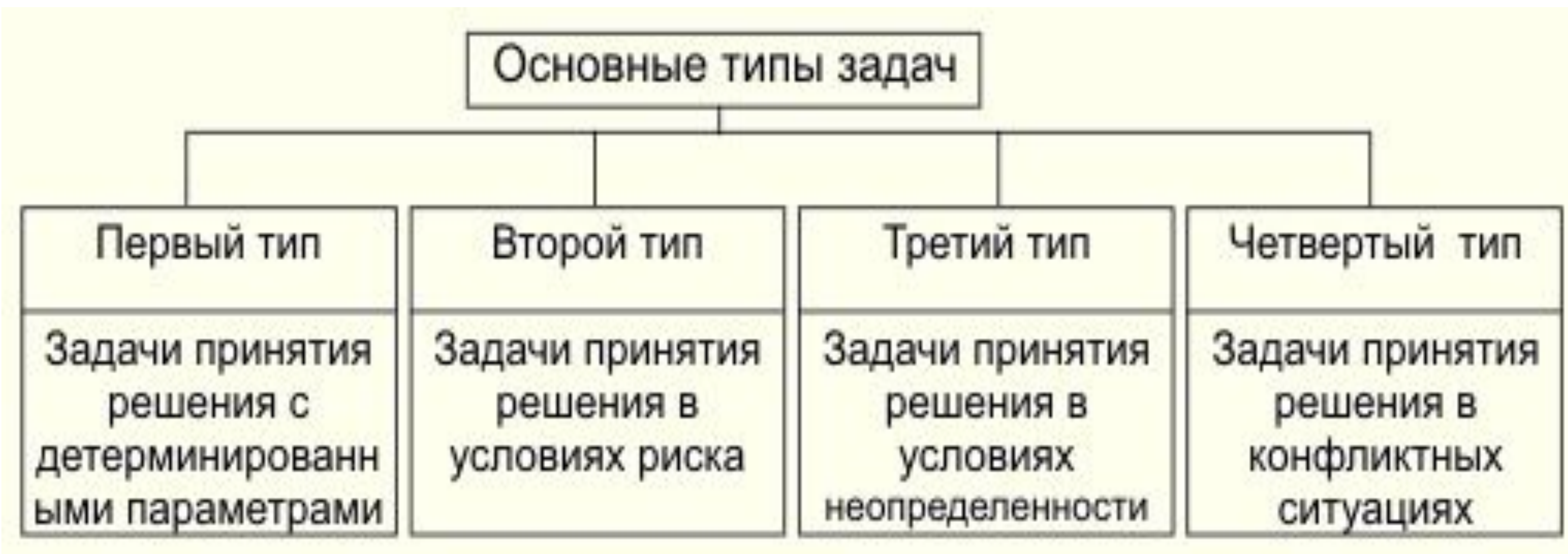
Этап 1. Построение математической модели ЗПР.

Этап 2. Формулировка принципа оптимальности и нахождение оптимального решения.

Этап 3. Анализ полученных результатов.

Классификация ЗПР

В зависимости от информации, которую имеет при принятии решения управляющая подсистема относительно состояния среды, различают несколько основных типов задачи принятия решения.



Основные типы ЗПР

1. Принятие решения *в условиях определенности* характеризуется тем, что состояние среды является фиксированным (неизменным), причем управляющая система «знает» в каком состоянии находится среда.
2. Принятие решения *в условиях риска* означает, что управляющая подсистема имеет информацию стохастического характера о поведении среды например, ей известно распределение вероятностей на множестве состояний среды).
3. Принятия решения *в условиях неопределенности* происходит, если никакой дополнительной информации (кроме знания самого множества возможных состояний среды) управляющая подсистема не имеет.
4. Принятие решений *в конфликтных ситуациях* производится в условиях конкуренции противоборствующих сторон. В этом случае математическая модель принятия решения называется теоретико-игровой моделью (игрой).

Игры

Во 2-м и 3-м случаях математическая модель принятия решения называется игрой с природой.

В 4-м случае математическая модель принятия решения называется теоретико-игровой моделью (игрой) в условиях конфликта.

Природа

Окружающие условия, обстановка или обстоятельства, в которых необходимо действовать при осуществлении операций, получили название ***природы***.

Неопределённость в экономических ЗПР

в экономической практике во многих задачах принятия решений существенно важным элементом является неопределённость, не связанная с сознательным целенаправленным противодействием противника и заключается в том, что лицо, принимающее решение недостаточно информировано об объективных внешних условиях, в которых будет приниматься решение.

Причины неопределённости

- нестабильность экономической ситуации,
- рыночная конъюнктура,
- изменение курсов валют,
- колебания уровня инфляции,
- налоговая политика,
- изменяющийся покупательский спрос и т.д

Игроки в игре с природой

Во всех задачах подобного рода выбор решения зависит от состояний объективной (экономической) действительности, называемой в модели «природой», а математические модели подобных конфликтных ситуаций называются «игрой с природой».

Таким образом, в игре с природой осознанно действует только один игрок, а именно, лицо, принимающее решение. «Природа» является вторым игроком, но не противником первого игрока, так как она осознанно против первого игрока не действует, принимая то или иное свое состояние неопределенным образом, конкретных целей в игре не преследует и безразлично к результату игры.

Платёжная матрица

Изучение игр с природой должно также начинаться с построения платёжной матрицы, что является наиболее трудоёмким и ответственным этапом при принятии решений, так как ошибки в платёжной матрице не могут быть компенсированы никакими вычислительными методами.

Платёжная матрица – это матрица, элементы которой – выигрыши игрока A, но не являются проигрышами природы $П$.

Определение платёжной матрицы

Платёжная матрица – это матрица, каждый элемент которой *aij* – выигрыш игрока *A* при стратегии *Ai* в состоянии природы *Пj*

$$\text{выигрыши игрока A} \longrightarrow \left\{ \underbrace{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix}}_{\text{природа (П)}} \right.$$

Матрица доходности

Платёжную матрицу еще называется *матрицей доходности*, которая агрегирует информацию о возможной доходности вариантов стратегии при различных сценариях развития экономической ситуации.

В «играх с природой»

задача выбора оптимальной стратегии для игрока *A* упрощается

задача выбора оптимальной стратегии для игрока *A* осложняется из-за дефицита информации о поведении природы

Характеристика ситуаций

1. Уникальные единичные случайные явления связаны с неопределённостью.
2. Массовые случайные явления обязательно допускают некоторые закономерности вероятностного характера.
3. Ситуация с полной неопределённостью характеризуется отсутствием какой бы то ни было дополнительной информации.

Принятие решений в условиях неопределённости

Предположим, что лицо, принимающее решение, может выбрать одну из возможных альтернатив, обозначенных номерами
$\boldsymbol{i = 1, 2, \ldots, m}$

Ситуация является полностью неопределенной, т. е. известен лишь набор возможных вариантов состояний внешней (по отношению к лицу, принимающему решение) среды, обозначенных номерами $\boldsymbol{j = 1, 2, \ldots, n}$.

Если будет принято *i*-е решение, а состояние внешней среды соответствует *j*-й ситуации, то лицо, принимающее решение, получит доход.

Необходимо провести оценку риска в условиях, когда реальная ситуация неизвестна. Если игрок знает, что осуществляется j-е состояние природы, то выбрал бы наилучшее решение, то есть то, которое принесет наибольший выигрыш

$$\boldsymbol{bj = \max(aij)},$$
$$j = 1, 2, \ldots, n$$

Принимая i-е решение, игрок $\boldsymbol{A}$ рискует получить не $\boldsymbol{b_j}$, а только $\boldsymbol{a_{ij}}$, то есть, если игрок примет i-е решение, а в природе реализуется ***j*-е** состояние, то произойдет недополучение дохода в размере:

$$\boxed{r_{ij} = b_j - a_{ij} = a_{\max j} - a_{ij}}$$

(*по сравнению с тем, как если бы игрок знал точно, что реализуется j-е состояние природы, и выбрал бы решение, приносящее наибольший доход* $b_j = max(a_{ij}), j = 1, 2, ..., n$)

$\boldsymbol{a_{ij}}$ – значение показателя доходности варианта стратегии с максимальной доходностью из имеющихся i-ых вариантов при наступлении j-ого сценария развития событий

$\boldsymbol{a_{maxj}}$ - значение показателя доходности i-ого варианта стратегии при наступлении j-ого сценария развития событий (элемент платежной матрицы).

Матрица рисков

Матрица рисков (сожалений) отражает риск реализации вариантов стратегии для каждой альтернативы развития событий (характеризует риск выбора определенного варианта стратегии), который будет зависеть от уровня риска варианта стратегии при наступлении различных сценариев.

Альтернативные критерии оптимальности

При решении ЗПР в условиях неопределённости для отбора вариантов стратегии применяют критерии оптимальности (альтернативные критерии оптимальности):

- ***критерий Вальда,***
- ***критерий оптимизма,***
- ***критерий пессимизма,***
- ***критерий Сэвиджа,***
- ***критерий Гурвица.***

Для выбора наиболее эффективного варианта стратегии ко всем возможным вариантам развития применяются все критерии оптимальности одновременно: каждый из критериев позволяет отобрать только один вариант, оптимальным же будет являться тот из них, на который указало большинство критериев.

Критерий Вальда

1) **Критерий Вальда** (*критерий гарантированного результата, максиминный критерий*) позволяет выбрать наибольший элемент матрицы доходности из её минимально возможных элементов:

$$\boxed{W = \max_{i} \min_{j} a_{ij},}$$

a_{ij} – *элемент матрицы доходности.*

Критерий Вальда предназначен для выбора из рассматриваемых вариантов стратегий варианта с наибольшим показателем эффективности из минимально возможных показателей для каждого из этих вариантов.

Данный критерий ***обеспечивает максимизацию минимального выигрыша, который может быть получен при реализации каждого из вариантов стратегий. Критерий ориентирует лицо, принимающее решение, на осторожную линию поведения, направленную на получение дохода и минимизацию возможных рисков одновременно.***

Критерий оптимизма

2) **Критерий оптимизма** (*критерий максимакса*) предназначен для выбора наибольшего элемента матрицы доходности из её максимально возможных элементов:

$$\boxed{M = \max_{i} \max_{j} a_{ij},}$$

Критерий оптимизма используется, когда игрок оказывается в безвыходном положении, когда любой его шаг равновероятно может оказаться как абсолютным выигрышем, так и полным провалом.

Данный критерий ***предполагает, что развитие ситуации будет благоприятным для лица, принимающего решение. Вследствие этого, оптимальным выбором будет вариант с наибольшим значением показателя эффективности в матрице доходности***

Критерий пессимизма

3) **Критерий пессимизма** предназначен для выбора наименьшего элемента матрицы доходности из её минимально возможных элементов:

$$\boxed{P = \min_{i} \min_{j} a_{ij},}$$

Критерий пессимизма предполагает, что развитие ситуации будет неблагоприятным для лица, принимающего решение.

При использовании этого критерия ***лицо принимающее решение ориентируется на возможную потерю контроля над ситуацией и, поэтому, старается исключить все потенциальные риски и выбрать вариант с минимальной доходностью.***

Критерий Сэвиджа

4) **Критерий Сэвиджа** *(критерий минимаксного риска Сэвиджа)* предназначен для выбора максимального элемента матрицы рисков из её минимально возможных элементов:

$$\boxed{S = \min_{i} \max_{j} r_{ij},}$$

Среди элементов матрицы рисков сначала выбирается максимальный риск при каждой стратегии, а затем из них выбирается минимальный. То есть в данном случае пессимистично настроенный игрок предполагает, что состояние природы будет таковым, что для любой его стратегии риск будет наибольшим, а стратегию выбирает такую, чтобы этот риск минимизировать.

4) **Критерий Сэвиджа** *(критерий минимаксного риска Сэвиджа)* предназначен для выбора максимального элемента матрицы рисков из её минимально возможных элементов:

$$\boxed{S = \min_{i} \max_{j} r_{ij},}$$

Среди элементов матрицы рисков сначала выбирается максимальный риск при каждой стратегии, а затем из них выбирается минимальный. То есть в данном случае пессимистично настроенный игрок предполагает, что состояние природы будет таковым, что для любой его стратегии риск будет наибольшим, а стратегию выбирает такую, чтобы этот риск минимизировать.

$$\boxed{H = \max_{i} \left\{ \lambda \cdot \max_{j} a_{ij} + (1 - \lambda) \cdot \min_{j} a_{ij} \right\},}$$

Критерий Сэвиджа позволяет выбрать вариант стратегии с меньшей величиной риска по сравнению с более высоким, первоначально ожидаемым уровнем риска.

Данный критерий ***ориентирует лицо принимающее решение на более благоприятное развитие ситуации по сравнению с наихудшим состоянием, на которое то рассчитывало в начале.***

Критерий Гурвица

5) **_Критерий Гурвица_** *(взвешивает пессимистический и оптимистический подходы к анализу неопределенной ситуации)* предназначен для выбора некоторого среднего элемента матрицы доходности, отличающегося от крайних состояний – от минимального и максимального элементов:

$$\boxed{H = \max_i \left\{ \lambda \cdot \max_j a_{ij} + (1 - \lambda) \cdot \min_j a_{ij} \right\},}$$

где *λ – коэффициент оптимизма,* $0 \le \lambda \le 1$

1. Если λ → 1, то правило Гурвица приближается к правилу Вальда
2. Если λ → 0, то правило Гурвица приближается к правилу оптимизма

Критерий Гурвица позволяет избежать пограничных состояний при принятии решения – неоправданного оптимизма и крайнего пессимизма относительно ожидаемой доходности – и выбрать наиболее вероятный вариант стратегии, обеспечивающий наилучшую эффективность.

Критерий Гурвица ориентирован на установление баланса между случаями крайнего пессимизма и крайнего оптимизма при выборе стратегии путем взвешивания обоих исходов с помощью коэффициента оптимизма

Правило максимизации ожидаемого дохода

Доход, получаемый при принятии *i*-го решения, является случайной величиной A_i с рядом распределения

$\boldsymbol{A_i}$	a_{i1}	a_{i2}	…	a_{in}
$\boldsymbol{p}$	p_1	p_2	…	p_n

Ожидаемый доход при принятии i-го решения оценивается математическим ожиданием MA_i соответствующей случайной величины A_i. Правило максимизации ожидаемого дохода рекомендует принять решение, приносящее максимальный ожидаемый доход

$$\boxed{MA_{i\,опт} = \max MA_i = \max\left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, p_j\right)}$$

Правило минимизации ожидаемых сожалений

Сожаления при реализации *i-го* решения представляются случайной величиной R_i с рядом распределения

$\boldsymbol{R_i}$	r_{i1}	r_{i2}	…	r_{in}
$\boldsymbol{p}$	p_1	p_2	…	p_n

Ожидаемые сожаления оцениваются математическим ожиданием MR_i соответствующей случайной величины R_i. Правило минимизации ожидаемых сожалений рекомендует принять решение, влекущее минимальные ожидаемые сожаления

$$\boxed{MR_{i\,onm} = \min MR_i = \min\left(\sum_{j=1}^{n} r_{ij}\, p_j\right)}$$

Экономическая интерпретация матричных игр

Бизнес зачастую связан с экстерналиями

Экстерналии порождают конфликты между участниками бизнеса

В крайних случаях экстерналии порождают антагонистические противоречия между участниками бизнеса

Теория игр изучает правила принятия решений в условиях антагонизмов

Постановка задачи

Дано:

- два лица, принимающих решения из конечных дискретных множеств решений $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_m\}$ и $Y = \{y_1, y_2, \ldots, y_n\}$;
- экономический эффект для первого ЛПР, возникающий при каждом сочетании (x_i, y_j);
- экономический эффект для второго ЛПР равен эффекту для первого ЛПР, взятому с противоположным знаком
- каждое ЛПР стремится максимизировать экономический эффект

Найти

- правило принятия решений, приводящее к *равновесию*
  - Равновесие – состояние, характеризующееся тем, что любое отклонение от него по инициативе одной стороны даёт возможность другой стороне принять решение, увеличивающее её выгоду
  - Как следствие, если равновесие существует и достигнуто, то ни одной стороне не выгодно его нарушение

Терминология матричных игр

- Математическое представление вышеописанной задачи называется *матричной игрой с нулевой суммой*, или *антагонистической матричной игрой*
- Правило принятия решений называется *стратегией*
  - *Чистой стратегией* называется правило, состоящее в следовании одному из возможных решений
  - *Смешанной стратегией* называется правило, состоящее в **случайном** выборе возможных решений с заданными вероятностями
- Экономический эффект называется *выигрышем*
- Максимальный гарантированный выигрыш называется *ценой игры*

Отыскание равновесной стратегии

Пусть выигрыши a_{ij} для ЛПР 1 при сочетании (x_i, y_j) заданы в таблице

Пусть ЛПР 1 следует смешанной стратегии $(p_{x1}, p_{x2}, p_{x3}) \geq \mathbf{0}$, причём $p_{x1}+p_{x2}+p_{x3}=1$

Определим максимальный выигрыш, гарантированный при любом решении, принятом соперником

	x_1	x_2	x_3
y_1	-3	3	5
y_2	-5	5	3
y_3	1	-2	0
y_4	5	-4	-5

- $a_{11}p_{x1}+a_{12}p_{x2}+a_{13}p_{x3} \geq w$
- $a_{21}p_{x1}+a_{22}p_{x2}+a_{23}p_{x3} \geq w$
- $a_{31}p_{x1}+a_{32}p_{x2}+a_{33}p_{x3} \geq w$
- $a_{41}p_{x1}+a_{42}p_{x2}+a_{43}p_{x3} \geq w$
- $\max w$

w может быть отрицательной

Экономическая интерпретация задачи определения оптимальной смешанной стратегии

$w = –0{,}11$ при $\boldsymbol{p}_x = (0{,}46; 0{,}29; 0{,}25)$

Выбирая решения случайным образом с указанными вероятностями, ЛПР 1 не потерпит убытка, превышающего 0,11 у.е.

- Убыток будет в точности равен этой величине, если ЛПР 2 придерживается $\boldsymbol{p}_y = (0; 0{,}33; 0{,}44; 0{,}22)$
  - Можно проверить, что задачи для ЛПР 1 и 2 взаимно двойственны
  - Поэтому они приводят к одинаковому значению целевой функции: в равновесии одна сторона теряет ровно столько, сколько приобретает другая

Если ЛПР 2 ничего не знает о равновесии и о том, как его найти, у ЛПР 1 может найтись более выгодная стратегия, чем равновесная

- Но для этого надо установить, какой стратегии следует ЛПР 2 и как оно реагирует на изменение стратегии ЛПР 1
- Например, если ЛПР 2 следует одной и той же смешанной стратегии независимо от поведения ЛПР 1, то ЛПР 1 должно выбрать чистую стратегию, при которой математическое ожидание его выигрыша при данной стратегии ЛПР 2 максимально

Применение моделей теории игр в условиях конкуренции

- Дано:
  - Периодически проводится тендер на финансирование двух инвестиционных проектов
  - Общая сумма финансирования неизвестна, но безусловно привлекательна для конкурсантов
  - Помимо «нашей» фирмы (A), в конкурсе намерены участвовать ещё две (B и C), состоящие, по имеющимся сведениям, в сговоре
  - Каждый конкурсант может подать заявку на выполнение любого из двух проектов или обоих проектов сразу
    - Предполагается, что ни одна из трёх фирм не откажется от участия в конкурсе
  - Имеется инсайдерская информация
    - Если есть заявки на оба проекта, финансирование будет распределено между ними поровну; в противном случае весь финансовый ресурс выделяется на один проект
    - Если фирма B изъявляет желание участвовать в первом проекте, заявки от других фирм на этот проект отклоняются
    - Если фирма C изъявляет желание участвовать во втором проекте, ей выделяется не менее половины финансирования второго проекта
    - В остальных случаях, если имеются заявки на один и тот же проект от разных конкурсантов, финансирование, оставшееся после применения предыдущих правил, будет распределено между ними поровну
- Найти:
  - Оптимальную стратегию участия в конкурсе для фирмы A

Составление платёжной матрицы

- Объём финансирования принимаем равным единице
- Игра антагонистическая:
  - выигрыш фирмы A равен потерям коалиции фирм B и C, которая в отсутствие фирмы A получила бы весь объём финансирования
- Решения фирмы A:
  - подать заявку на первый проект
  - подать заявку на второй проект
  - подать заявку на оба проекта

Решения коалиции:

		Фирма С		
		Проект 1	Проект 2	Оба проекта
Фирма В	Проект 1	**1;1**	**1;2**	**1;(1;2)**
	Проект 2	**2;1**	**2;2**	**2;(1;2)**
	Оба проекта	**(1;2);1**	**(1;2);2**	**(1;2);(1;2)**

Платёжная матрица

Стратегии конкурентов	Стратегии фирмы А		
	Проект 1	Проект 2	Оба проекта
1;1	0	0,5	0,5
1;2	0	0,25	0,25
1;(1;2)	0	0,25	0,25
2;1	0,25	0,25	0,5
2;2	0,5	0,25	0,625
2;(1;2)	0,25	0,125	0,375
(1;2);1	0	0,25	0,25
(1;2);2	0	0,25	0,25
(1;2);(1;2)	0	0,25	0,25

Решение

- Оптимальная смешанная стратегия фирмы *A*: (0; 0,5; 0,5)
  - Никогда не подавать заявку только на первый проект
  - Заявки на второй проект и на оба подавать с равной вероятностью
- Данная стратегия позволит гарантированно выиграть ¼ часть всего финансирования
- У конкурирующей коалиции имеется пять оптимальных чистых стратегий
  - 1;2 ♦ 1;(1;2) ♦ (1;2);1 ♦ (1;2);2 ♦ (1;2);(1;2)

и бесконечно много смешанных

  - составленных из вышеприведённых чистых, скомбинированных с произвольными вероятностями
  - Эти стратегии гарантируют коалиции возможность получения ¾ всего финансирования

Управление рисками – область приложения теории игр

- Пусть экономический эффект ***известен*** и определяется:
  - выбором одного из решений $\{x_1, x_2, \ldots, x_m\}$
  - действием одного из случайных факторов $\{s_1, s_2, \ldots, s_n\}$
- Если вероятности $\boldsymbol{p}_s$ известны, то
  - разумно выбрать такой x_i, при котором математическое ожидание экономического эффекта максимально
- В противном случае
  - разумно предположить, что $\mathbf{p}_s$ могут случайно оказаться соответствующими оптимальной смешанной стратегии разумно действующего соперника

  ⇒ наилучшей стратегией для нас также окажется оптимальная смешанная стратегия
    - если $\mathbf{p}_s$ действительно самая неблагоприятная для нас, мы получим как минимум w; при других обстоятельствах – ещё больше
    - с течением времени, возможно, мы узнаем настоящие $\boldsymbol{p}_s$ и сможем перейти к предыдущему правилу (максимум мат.ожидания э.э.)

Пример: стратегии управления проектными рисками

- *Решение 1*: запас времени выполнения работ 10%, надбавка на непредвиденные расходы 5%, страхование проекта на сумму до $1000000.
- *Решение 2*: запас времени выполнения работ 5%, надбавка на непредвиденные расходы 10%, избыточность штатов 5%, страхование проекта на сумму до $300000.
- *Решение 3*: обмен 50% акций ОАО «Коммерческая тайна» на краткосрочные облигации банка «Н.А. Ветер & С°», запас времени выполнения работ 10%, избыточность штатов 3%, страхование ответственности на сумму до $50000.

Платёжная матрица для обоснования стратегии управления проектными рисками

Выигрыш	Рисковая ситуация 1	Рисковая ситуация 2	Рисковая ситуация 3	Отсутствие риска
Стратегия 1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0
Стратегия 2	0	[illegible]	[illegible]	0
Стратегия 3	-5	-8	-5	0

Если вероятности рисковых ситуаций известны:
выбираем стратегию, при которой математическое ожидание потерь наименьшее (*при равновероятных рисковых ситуациях - №1*).

Если проект выполняется один раз и вероятности рисковых ситуаций неизвестны:
выбираем стратегию, при которой потери по наибольшему риску наименьшие (№3).

Рекомендуемая литература

1. Хомяков П.М. Системный анализ– М.: Изд. ЛКИ,2011
2. Управленческие решения/Просветов Г.И.-М.: АЛЬФА-ПРЕСС, 2010.
3. Управленческие решения: модели и методы./Логинов В.Н. .-М.:АЛЬФА-ПРЕСС,2011.
4. Шимко П.Д. Оптимальное управление экономическими системами: Учебное пособие. – СПб.: Издательский дом «Бизнес – пресса», 2004

Рекомендуемые Интернет-ресурсы

1. www.economicus.ru
2. www.gallup.ru – Информационно-консалтинговая компания «Галап-Медиа».