Чен Андрей Яковлевич

аспирант Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС)

Солодухин Константин Сергеевич

канд. экон. наук,

зав. лабораторией стратегического планирования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС), профессор кафедры математики и моделирования

Луговой Роман Анатольевич

канд. экон. наук,

директор Высшей школы менеджмента Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС), доцент кафедры математики и моделирования

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА СТРАТЕГИЧЕСКУЮ ЦЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КАРТЫ ЦЕЛЕЙ В ВУЗЕ

Работа посвящена решению проблемы формализации зависимостей между показателями и стратегическими целями при разработке карты целей в вузе. Актуальность решения данного вопроса связана со сложностью практического применения различных моделей поддержки принятия стратегических управленческих решений [1].

Карта целей вуза (как и любой другой организации) представляет собой иерархию стратегических целей, каждая из которых описывается набором показателей. Эти показатели и отражают сущность цели, словесная формулировка которой может трактоваться неоднозначно. Например, под целью ««улучшение социально-психологического климата в вузе» может пониматься: снижение количества конфликтов, рекламаций, нарушений трудовой дисциплины и увеличение количества корпоративных мероприятий. А может: повышение удовлетворенности трудом профессорско-преподавательского состава и усиление личной заинтересованности в успешной работе. Возможны и иные варианты. При этом различные показатели, отражающие сущность цели, неравноправны с точки зрения влияния на степень ее достижения. Формализация стратегии требует определения влияния групп показателей, характеризующих каждую стратегическую цель, на степень достижения этой цели.

В данной работе предлагаются методы решения этой задачи, в основе которых лежит идея о том, что степень достижения стратегической цели можно рассматривать как полезность для вуза (или его отдельных подразделений), полученную в результате осуществления соответствующих стратегических мероприятий. Тогда формализацию зависимости между степенью достижения цели и изменением соответствующих показателей можно рассматривать как нахождение некоторой функции полезности.

Рассмотрим для начала самый простой случай: цель характеризуется только одним показателем. Естественно предположить, что степень достижения цели $u(x)$ будет минимальной (например, равной нулю) при начальном значении показателя (x_0) и максимальной (равной единице) при целевом (желаемом) уровне показателя (x_1). При увеличении значения показателя степень достижения цели тоже увеличивается:

$$\begin{aligned} &u(x_0) = 0; \\ &u(x_1) = 1; \\ &u(x + \Delta x) > u(x). \end{aligned} \tag{1}$$

Таким образом, функция $u(x)$ неубывающая и определена в диапазоне от x_0 до x_1. Для её определения мы можем воспользоваться методом лотерей фон Неймана. Под лотереей $L(x,p,y)$ понимают ситуацию, в которой y принимается с вероятностью p и x – с вероятностью $(1-p)$. Лотерею $L(x;0,5;y)$ обозначают через $<x,y>$ и говорят: лотерея 50 на 50. Детерминированным эквивалентом лотереи L называется такая величина x^*, что лицу, принимающему решение, безразличен выбор между участием в лотерее и получением x^* наверняка, и обозначают как $x^* \sim L$ или $x^* \sim <x,y>$.

Например, стратегическая цель «модернизация компьютерного парка вуза» характеризуется показателем «период обновления компьютерной техники, задействованной в учебном процессе». Пусть в настоящий момент компьютерный парк полностью обновляется раз в восемь лет (x_0). Степень достижения цели будет максимальной при обновлении парка раз в три года (x_1). Если мы предоставим лицу, принимающему решение, выбор между лотереей 50 на 50 (либо этот показатель останется как есть (x_0), либо достигнет максимума (x_1) с одинаковой вероятностью 0,5) и частотой обновления компьютерного парка раз в пять лет наверняка, и получим ответ, что в данных условиях этот выбор ему безразличен, то значение «раз в пять лет» является детерминированным эквивалентом x^* лотереи $< x_0, x_1>$ ($x^* \sim < x_0, x_1>$).

Детерминированным эквивалентом является всякий исход, полезность которого равна ожидаемой полезности лотереи $[u(x_0)+ u(x_1)] /2$ [2].

Нахождение детерминированного эквивалента лотереи $<x,y>$. Лотерея разыгрывается для эксперта или лица, принимающего решения. Под x и y будем подразумевать начальное и целевое значение показателя. Эксперту задаются несколько вопросов о предпочтении: предлагается выбор между лотерей 50 на 50 и неким значением показателя a наверняка ($x<a<y$). В случае, если эксперт предпочтет лотерею $<x,y>$, мы увеличиваем значение: $a' = a + \Delta$, в случае предпочтения a, мы уменьшаем его: $a' = a - \Delta$ ($x < a \pm \Delta < y$). Затем задаём вопрос о предпочтении, но с новым значением a'. Продолжаем эту процедуру «схождения» до тех пор, пока не достигнем такого значения b, что для лица, принимающего решения, безразличен выбор между лотереей $<x,y>$ и b. Значение b и будет являться детерминированным эквивалентом лотереи $<x,y>$. Аналогичным способом можно найти детерминированные эквиваленты лотерей $<x,b>$ и $<b,y>$, обозначив результаты через a и c соответственно (рис. 1). После нахождения эквивалентов (a, b, c), необходимо выполнить проверку на согласованность. Разыграем лотерею $<a,c>$. Детерминированным эквивалентом должно быть число близкое к b, так как $u(b) = [u(a) + u(c)]/2$. Если же найденное число существенно отличается от b, то необходимо повторить часть процедуры для устранения противоречия.

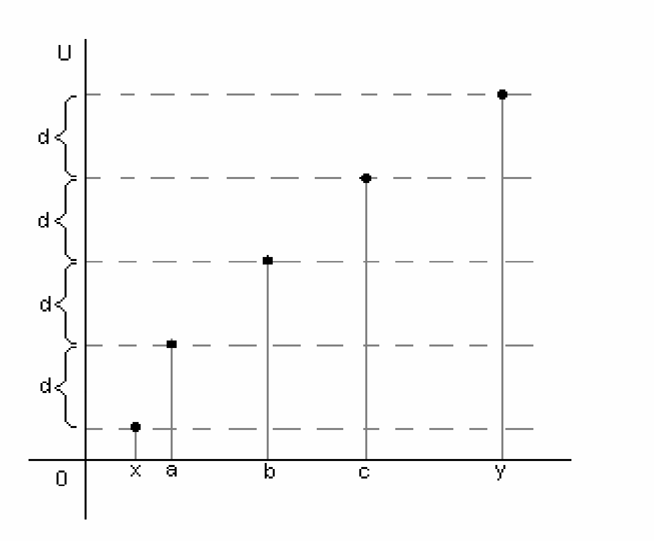

Рис. 1. Детерминированные эквиваленты лотерей: $b \sim <x,y>$, $a \sim <x,b>$ и $c \sim <b,y>$

Мы полагаем, что эксперт, хорошо овладевший аппаратом нахождения детерминированного эквивалента, способен дать окончательный ответ, то есть указать детерминированный эквивалент, не отвечая на ряд вопросов.

Итак, сначала найдем детерминированный эквивалент лотереи $<x_0,x_1>$. Найденный эквивалент обозначим через $x_{0,5}$. Затем таким же образом найдем эквиваленты лотерей $<x_0,x_{0.5}>$ и $<x_{0.5},x_1>$, обозначим их через $x_{0,25}$ и $x_{0,75}$ соответственно. Исходя из определения детерминированного эквивалента:

$$\begin{aligned} &u(x_0) = 0; \\ &u(x_{0,25}) = 0{,}25; \\ &u(x_{0,5}) = 0{,}5; \\ &u(x_{0,75}) = 0{,}75; \\ &u(x_1) = 1; \end{aligned} \qquad (2)$$

Через имеющиеся точки проведем кривую, которая может быть искомой функцией полезности. Наиболее распространенные функции полезности:

$$\begin{aligned} &u(x) = -e^{-ax}; \\ &u(x) = e^{ax}; \\ &u(x) = \ln(x + a); \\ &u(x) = x^a; \end{aligned} \qquad (3)$$

где a – постоянная величина, определяемая методом «золотого сечения» [3].

В качестве искомой функции полезности может быть выбрана та из функций, среднеквадратичное отклонение значений которой для заданных точек минимально. В случае если минимальное среднеквадратичное отклонение превышает допустимый порог (задаваемый лицом, принимающим решения), то за функцию полезности можно принять ломанную, проходящую через данные точки (рис. 2).

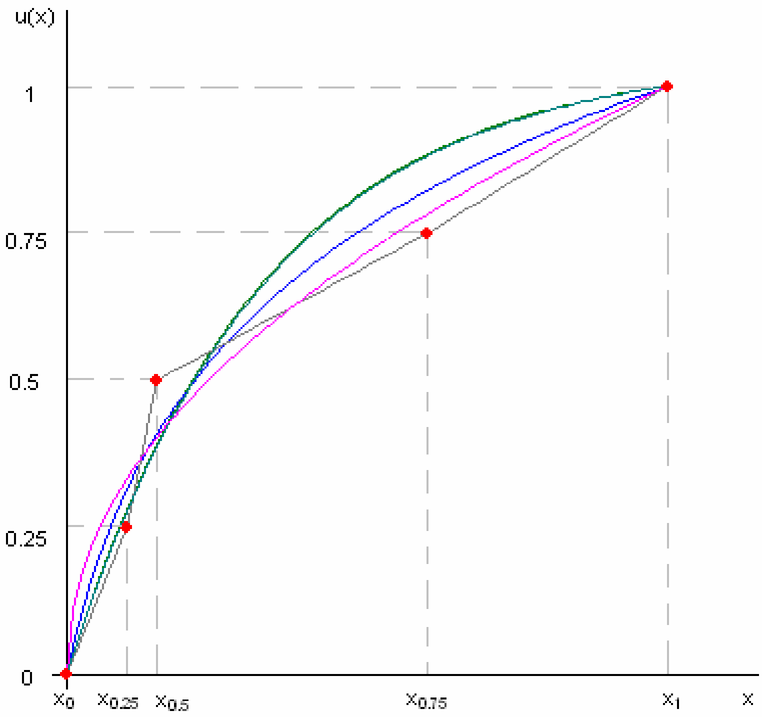

Рис. 2. Примеры функций полезности одной переменной

При необходимости список рассматриваемых функций полезности может быть увеличен.

Рассмотрим следующий случай: цель характеризуется двумя показателями. В этом случае необходимо, прежде всего, ответить на вопрос, являются ли эти два показателя независимыми по полезности. Будем называть Y независимым по полезности от Z в том случае, когда условные предпочтения между лотереями с исходами из Y при фиксированном значении Z не зависят от самого значения Z [2].

Независимость по полезности можно представить графически (рис. 2):

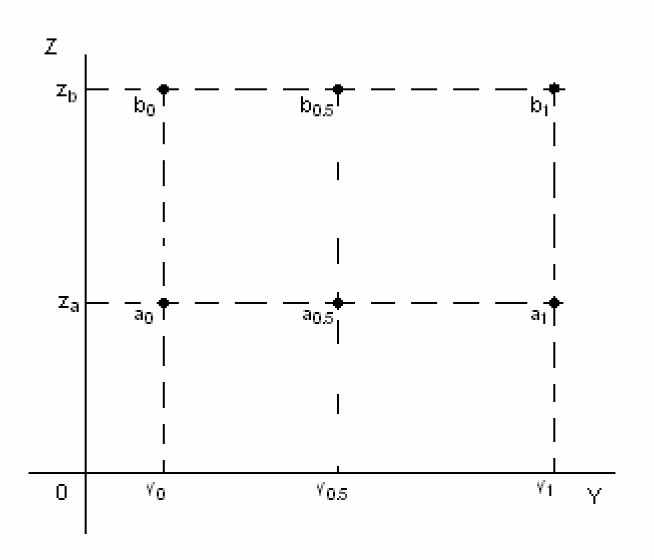

Рис. 3. Независимость по полезности

На рисунке 3 показано, что детерминированные эквиваленты $a_{0.5}$ и $b_{0.5}$ лотерей $<a_0,a_1>$ и $<b_0,b_1>$ соответственно имеют одинаковые уровни показателя Y при разных уровнях показателя Z. Сами же лотереи разыгрываются с одинаковыми значениями Y, но разными по Z. Выполнение условия равенства детерминированных эквивалентов является необходимым для определения независимости по полезности, достаточным же будет являться выполнение этого же условия на всей плоскости $Y \times Z$.

Для определения независимости мы предлагаем проверить данное условие на 3-4 лотереях. Так как условия проверяются экспертами, а им, как и любым людям, сложно определить точные значения детерминированных эквивалентов, мы предлагаем ввести допустимую погрешность ξ: если разница детерминированных эквивалентов лотерей $<a_0,a_1>$ и $<b_0,b_1>$ по уровню показателя Y не превышает по модулю ξ, то будем считать найденные эквиваленты равными по Y.

В случае если мы определим, что Y не зависит по полезности от Z и Z не зависит по полезности от Y, то имеет место взаимная независимость по полезности. Функция полезности при взаимной независимости по полезности будет иметь следующий вид:

$$u(y,z)=u(y,z_0)+u(y_0,z)+ku(y,z_0)u(y_0,z),$$
или
$$u(y,z)=k_y u_y(y)+k_z u_z(z)+k_{yz} u_y(y) u_z(z), \tag{4}$$

где 1. функция $u(y,z)$ нормализована условиями $u(y_0,z_0)=0$ и $u(y_1,z_1)=1$ для таких произвольных y_1,z_1, что $(y_1,z_0)\succ(y_0,z_0)$ и $(y_0,z_1)\succ(y_0,z_0)$.

2. $u_y(y)$ – условная функция полезности на *Y*, нормализованная равенствами $u_y(y_0)=0$ и $u_y(y_1)=1$.

3. $u_z(z)$ – условная функция полезности на *Z*, нормализованная равенствами $u_z(z_0)=0$ и $u_z(z_1)=1$.

4. $k_y=u(y_1,z_0)$.

5. $k_z=u(y_0,z_1)$.

6. $k_{yz}=1-k_y-k_z$ и $k=\dfrac{k_{yz}}{k_y k_z}$.

В случае независимости по полезности только одного показателя от другого, например, если только *Z* не зависит по полезности от *Y*, имеем:

$$u(y,z)=u(y,z_0)[1-u(y_0,z)]+u(y,z_1)u(y_0,z) \tag{5}$$

где $u(y,z)$ нормализовано равенствами $u(y_0,z_0)=0$ и $u(y_1,z_1)=1$.

Исходя из этого, для определения $u(y,z)$, необходимо определить $u(y,z_0)$, $u(y_0,z)$ и $u(y,z_1)$. Так как один из параметров является постоянным, то задача сводится к определению функции полезности от одного фактора. Здесь опять мы можем прибегнуть к методу лотерей фон Неймана.

В случае взаимной зависимости двух факторов, мы предлагаем воспользоваться аппроксимацией: экспертным путем определить некоторый набор точек на плоскости $Y\times Z$ и провести функцию, проходящую через данные точки. Так как очень сложно подобрать функцию от двух переменных, проходящую через *n* точек, мы предлагаем разбить всю плоскость на непересекающиеся треугольники. Для разбиения плоскости рекомендуем применить метод, предложенный Делоне (триангуляция Делоне). Триангуляцией Делоне для множества точек S (иногда именуемых сайтами) на плоскости называют триангуляцию $DT(S)$, такую что никакая точка A из S не содержится внутри окружности, описанной вокруг любого треугольника из $DT(S)$, такого, что ни одной из его вершин не является точка A.

Триангуляция Делоне обладает рядом свойств:

– максимизирует минимальный угол среди всех углов всех построенных треугольников, тем самым избегаются «тонкие» треугольники;
– взаимно однозначно соответствует диаграмме Вороного для того же набора сайтов;
– максимизирует сумму радиусов вписанных шаров;
– минимизирует дискретный функционал Дирихле;
– минимизирует максимальный радиус минимального объемлющего шара;
– на плоскости обладает минимальной суммой радиусов окружностей, описанных около треугольников, среди всех возможных триангуляций [4].

Разбив всю плоскость $Y \times Z$ на треугольники (рис. 4), мы легко найдет полезность в любой точке, так как любая точка теперь будет принадлежать какому-нибудь треугольнику, где полезность в каждой вершине нам известна. Через три вершины треугольника мы можем провести плоскость. Предполагая, что искомое значение принадлежит этой плоскости, несложно его вычислить.

Данный метод дает приблизительные результаты, но с увеличением количества заданных точек, точность увеличивается (рис. 5).

Вместе с тем, применение триангуляции для определения функции полезности порождает ряд проблем:

– неоднозначность определения функции полезности вследствие многовариантности триангуляции;
– сложность экспертного опроса;
– появление «тонких» треугольников.

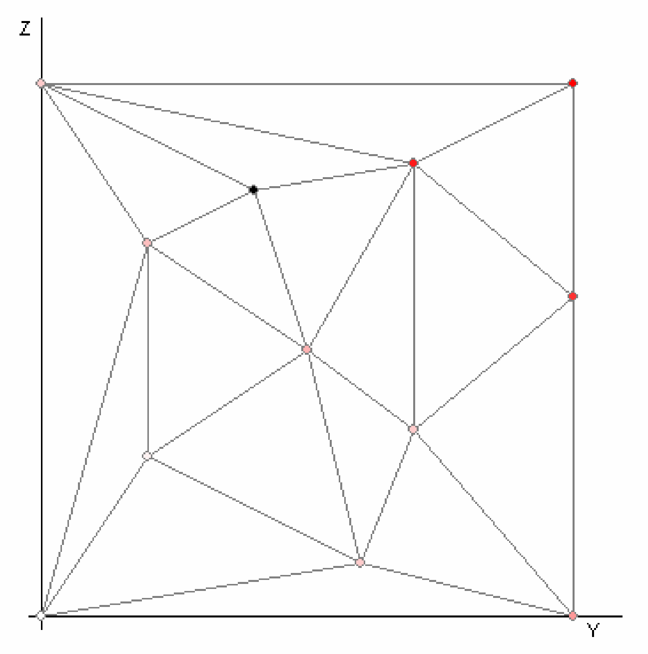

Рис. 4. Применение триангуляции Делоне

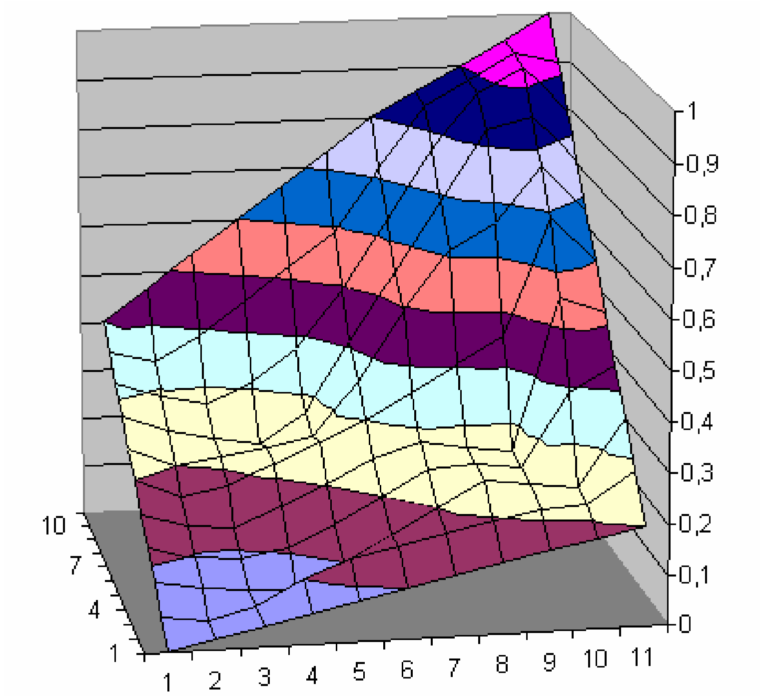

Рис. 5. График функции полезности при применении триангуляции Делоне

Неоднозначность определения функции полезности вследствие многовариантности триангуляции. Для одного и того же многоугольника возможна триангуляция Делоне несколькими способами (рис. 6.).

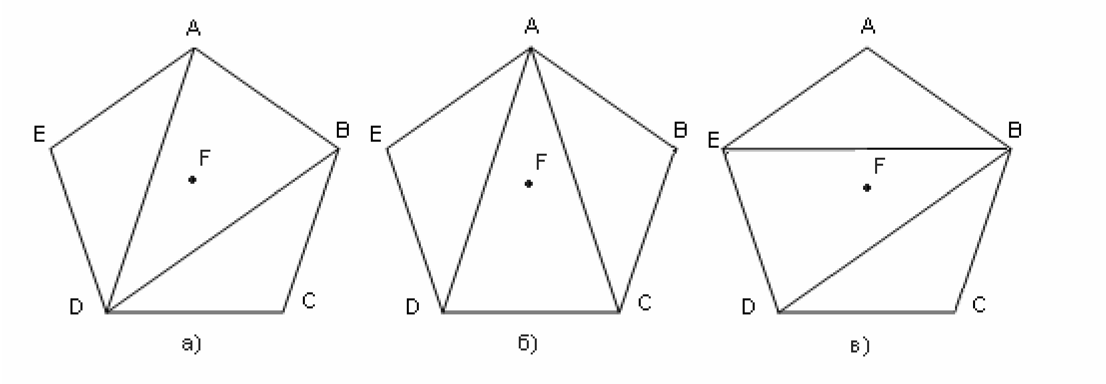

Рис. 6. Различные способы триангуляции правильного пятиугольника

Во всех случаях (варианты а, б и в) все свойства триангуляции Делоне будут выполняться. В то же время, одна и та же точка (F) может принадлежать разным плоскостям, следовательно, полезность в этой точке может быть найдена неоднозначно.

Сложность экспертного опроса. Любому эксперту физически тяжело ответить на большое количество вопросов типа «Чему будет равна степень достижения стратегической цели при уровне первого показателя x и второго – y», особенно, если при каждом новом вопросе будет меняться значение и первого, и второго показателя. Эксперту будет гораздо легче отвечать (а значит и возрастет точность его ответов), если при каждом новом вопросе будет меняться значение только одного из показателей, а значение другого останется неизменным. При этом необходимо минимизировать количество вопросов.

Появление «тонких» треугольников. Одна из особенностей метода Делоне – это максимальное (но не полное) исключение «тонких» треугольников («тонким» называется треугольник, у которого один из углов больше 90°). При вычислении полезности в точках, принадлежащих «тонким» треугольникам, будет возникать большая (по сравнению с обычными треугольниками) погрешность, так как суммарное расстояние от точки внутри «тонкого» треугольника до всех его вершин треугольника будет больше. Следовательно, необходима триангуляция, исключающая «тонкие» треугольники.

В случае нормированных значений показателей предлагаем следующий вариант триангуляции (рис. 7).

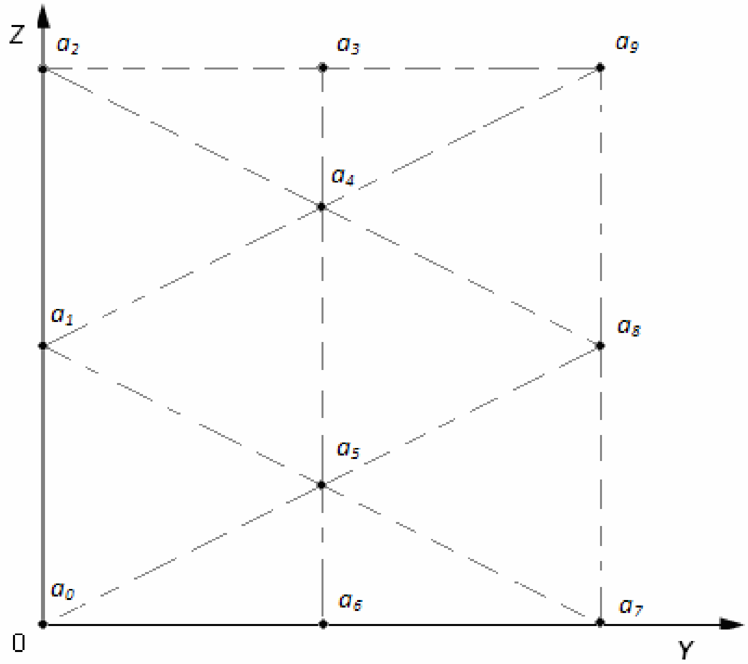

Рис. 7. Триангуляция плоскости $Y \times Z$

Точки имеют следующие «координаты»: a_0(0;0), a_1(0;0,5), a_2(0;1), a_3(0,5;1), a_4(0,5;0,75), a_5(0,5;0,25), a_6(0,5;0), a_7(1;0), a_8(1;0,5), a_9(1;1). Предложенный способ триангуляции устраняет все три описанные выше проблемы: не возникают «тонкие» треугольники; полезность в каждой точке находится однозначно; число вопросов, на которые должен ответить эксперт невелико: восемь (так как значения функции полезности (степени достижения цели) в точках a_0 и a_9 нам известны). При этом при переходе от точки к точке (от вопроса к вопросу) меняется только одна координата.

Литература

1. Солодухин К.С. Стратегическое управление вузом как стейкхолдер-компанией. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009.

2. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ. / Под ред. И. Р. Шахова. — М.: Радио и связь, 1981.

3. Википедия: свободная энциклопедия — http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_золотого_сечения.

4. Википедия: свободная энциклопедия — http://ru.wikipedia.org/wiki/Триангуляция_Делоне.