**Кременов С.И.**

**Кафедра ИСЭ**

**Аннотация к статье.**

**Realization of methods ELECTRA for an estimation of competitiveness of computer firms.**

At the end of 60th years the group of the French scientists led by professor B.Rua has offered the approach to paired comparison of multicriterion alternatives, not based on the theory of utility. The estimation of each alternative is relative (in comparison with other alternative).

Methods ELECTRE are directed to the decision of problems with already given the multicriterion alternatives. In these methods the quality parameter of each of alternatives is not determined quantitatively, and the condition of the superiority of one alternative above another is established only.

**Реализация методов ELECTRA для оценки конкурентоспособности компьютерных фирм.**

В конце 60-х годов группа французских ученых во главе с профессором Б.Руа предложила подход к попарному сравнению многокритериальных альтернатив, не основанный на теории полезности. Оценка каждой альтернативы является относительной (по сравнению с другой альтернативой). Так возник метод ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite – исключение и выбор, отражающие реальность). В настоящее время разработан ряд методов семейства ELECTRE.

Методы ELECTRE направлены на решение задач с уже заданными многокритериальными альтернативами. В этих методах не определяется количественно показатель качества каждой из альтернатив, а устанавливается лишь условие превосходства одной альтернативы над другой.

Постановка задачи обычно имеет следующий вид.

Дано: *N* критериев со шкалами оценок (обычно количественные), веса критериев (обычно целые числа), альтернативы с оценками по критериям.

Требуется: выделить группу лучших альтернатив.

Основные этапы методов ELECTRE

1) на основании заданных оценок двух альтернатив подсчитываются значения двух индексов: согласия и несогласия. Эти индексы определяют согласие и несогласие с гипотезой, что альтернатива *А* превосходит альтернативу *В*;

2) задаются уровни согласия и несогласия, с которыми сравниваются подсчитанные индексы для каждой пары альтернатив. Если индекс согласия выше заданного уровня, а индекс несогласия – ниже, то одна из альтернатив превосходит другую. В противном случае альтернативы несравнимы;

3) из множества альтернатив удаляются доминируемые. Оставшиеся образуют первое ядро. Альтернативы, входящие в ядро, могут быть либо эквивалентными либо несравнимыми;

4) вводятся более «слабые» значения уровней согласия и несогласия (меньший по значению уровень согласия и больший уровень несогласия), при которых выделяются ядра с меньшим количеством альтернатив;

5) в последнее ядро входят наилучшие альтернативы. Последовательность ядер определяет упорядоченность альтернатив по качеству.

В различных методах семейства ELECTRE индексы согласия и несогласия строятся по-разному. Основные идеи построения этих индексов показаны на примере метода ELECTRE1.

Каждому из *N* критериев ставится в соответствие целое число *p*, характеризующее важность критерия. Б.Руа предложил рассматривать *p* как «число голосов» членов жюри, голосующих за важность данного критерия.

Выдвигается гипотеза о превосходстве альтернативы *А* над альтернативой *В*. Множество *I*, состоящее из *N* критериев, разбивается на три подмножества

- подмножество критериев, по которым *А* предпочтительнее *В*;



- подмножество критериев, по которым *А* равноценно *В*;



- подмножество критериев, по которым *В* предпочтительнее *А*.



Далее формулируется индекс согласия с гипотезой о превосходстве *А* над *В*. (В других методах семейства ELECTRE используются индексы сильного и слабого превосходства).

Индекс согласия подсчитывается на основе весов критериев. Так, в методе ELECTRE1 этот индекс определяется как отношение суммы весов критериев подмножеств и к общей сумме весов



Формула (1)



А в методе ELECTRE II индекс согласия определяется как отношение суммы весов критериев подмножеств к сумме весов критериев подмножеств



Формула (2)

Индекс несогласия с гипотезой о превосходстве *А* над *В* определяется на основе самого «противоречивого» критерия – критерия, по которому *В* в наибольшей степени превосходит *А*. Расчет его одинаков как в методе ELECTRE I, так и в методе ELECTRE II



Чтобы учесть возможную разницу длин шкал критериев, разность оценок *В* и *А* относят к длине наибольшей шкалы



Формула (3)

где - оценки альтернатив *А* и *В* по *i*-му критерию;



- длина шкалы *i*-го критерия.



Укажем очевидные свойства индекса согласия

1)



2) , если подмножество и пусто;



3) сохраняет значение при замене одного критерия на несколько с тем же общим весом.



Приведем свойства индекса несогласия

1)



2) сохраняет значение при введении более детальной шкалы по *i*-му критерию при той же ее длине.



Введенные индексы используются при построении матриц индексов согласия и несогласия для заданных альтернатив.

В методе ELECTRE 1 бинарное отношение превосходства задается уровнями согласия и несогласия. Если и , где - заданные уровни согласия и несогласия, то альтернатива *А* объявляется лучшей по сравнению с альтернативой *В*. Если же при этих уровнях сравнить альтернативы не удалось, то они объявляются несравнимыми.



С методологической точки зрения введение понятия несравнимости было важным этапом развития теории принятия решений. Если оценки альтернатив в значительной степени противоречивы (по одним критериям одна намного лучше другой, а по другим – наоборот), то такие противоречия никак не компенсируются и такие альтернативы сравнивать нельзя.

Понятие несравнимости исключительно важно и с практической точки зрения. Оно позволяет выявить альтернативы с «контрастными» оценками, как заслуживающие специального изучения. Похожие идеи используются и в других методах семейства ELECTRE.

Важно подчеркнуть, что уровни коэффициентов согласия и несогласия, при которых альтернативы сравнимы, представляют собой инструмент анализа в руках лица принимающего решение и консультанта. Задавая эти уровни постепенно понижая требуемый уровень коэффициента согласия и повышая требуемый уровень коэффициента несогласия, они исследуют имеющееся множество альтернатив.

При заданных уровнях на множестве альтернатив выделяется ядро недоминируемых элементов, которые находятся либо в отношении несравнимости, либо в отношении эквивалентности. При изменении уровней из данного ядра выделяется меньшее ядро и так далее. Аналитик предлагает лицу принимающему решение целую серию возможных решений проблемы в виде различных ядер. В конечном итоге можно получить одну лучшую альтернативу. При этом значения индексов согласия и несогласия характеризуют степень «насилия» над данными, при которых делается окончательный вывод.

Важным достоинством методов ELECTRE является поэтапность выявления предпочтений ЛПР в процессе назначения уровней согласия и несогласия и изучения ядер. Детальный анализ позволяет лицу принимающему решение сформулировать свои предпочтения, определить компромиссы между критериями.

Использование отношения несравнимости позволяет выделить пары альтернатив с противоречивыми оценками, остановиться на ядре, выделение которого достаточно обоснованно с точки зрения имеющейся информации. Трудности при применении методов ELECTRE связаны с назначением ЛПР весов. В ряде случаев при выделении ядер могут возникнуть циклы.

Данный метод оценки конкурентоспособности лег в основу проводимого мною практического анализа конкурентоспособности компьютерных фирм.

Оценка конкурентоспособности начинается с определения цели исследования:

- если необходимо определить положение данного товара в ряду аналогичных, то достаточно провести их прямое сравнение по важнейшим параметрам;

- если целью исследования является оценка перспектив сбыта товара на конкретном рынке, то в анализе должна использоваться информация, включающая сведения об изделиях, которые выйдут на рынок в перспективе, а также сведения об изменении действующих в стране стандартов и законодательства, динамики потребительского спроса.

Независимо от целей исследования, основой оценки конкурентоспособности является изучение рыночных условий,

которое должно проводиться постоянно, как до начала разработки новой продукции, так и в ходе ее реализации.

Задача стоит в выделении той группы факторов, которые влияют на формирование спроса в определенном секторе рынка

- рассматриваются изменения в требованиях постоянных заказчиков продукции;

- анализируются направления развития аналогичных разработок;

- рассматриваются сферы возможного использования продукции;

- анализируется круг постоянных покупателей.

На конкурентоспособность фирм, занимающихся продажей компьютеров и комплектующих к ним, влияют следующие параметры: качество, надежность, стабильность работы, стаж работы на рынке, то есть известность фирмы, цена комплектующих и многие другие, которые мы будем определять по 20-ной шкале экспертным методом.

Проведем оценку конкурентоспособности пяти компьютерных фирм, для чего используем два метода ELECTRE I и ELECTRE I I.

Введем весовые параметры, максимальный из которых равен 20. Данные весовые параметры будут одинаковы во всех пяти фирмах.

Таблица 1 – Оценка показателей конкурентоспособности на фирмах А, В, С, D и E.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели конкурентоспособности | Оценка  (в баллах) | | | | | Весовой параметр |
| Фирма  А | Фирма  B | Фирма  C | Фирма  D | Фирма  E |
| 1) Квалификация персонала | 19 | 19 | 14 | 19 | 19 | 13 |
| 2) Рекламная стратегия | 20 | 11 | 5 | 20 | 11 | 18 |
| 3) Стаж работы предприятия на рынке | 13 | 10 | 10 | 6 | 16 | 7 |
| 4) Качество продукции | 20 | 20 | 15 | 20 | 18 | 20 |
| 5) Цена | 14 | 20 | 13 | 17 | 8 | 20 |
| 6) Покупательная способность потребителя | 17 | 10 | 7 | 17 | 10 | 16 |
| 7) Величина предприятия | 20 | 13 | 11 | 16 | 16 | 10 |
| 8) Имидж предприятия | 20 | 15 | 8 | 18 | 15 | 15 |
| 9) Сервисное обслуживание | 18 | 16 | 16 | 18 | 16 | 12 |
| 10) Разнообразие выбора продукции | 20 | 20 | 10 | 20 | 13 | 19 |

Теперь будем рассчитывать индексы «согласия» и «несогласия». Для этого сначала необходимо сравнить оценки в баллах при различных конфигурациях фирм. Превосходящие факторы обозначим «+», равноценные « = », остальные « - ».

Таблица 2 - Сравнение конфигураций фирм

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Факторы конкурентоспособности | | | | | | | | | |
| Квалификация персонала | Рекламная стратегия | Стаж работы  предприятия на рынке | Качество продукц. | Цена | Покупательная способность потребителя | Величина предприятия | Имидж предприятия | Сервисное обслуживание | Разнообразие выбора продукции |
| AB | = | + | + | = | - | + | + | + | + | = |
| BA | = | - | - | = | + | - | - | - | - | = |
| AC | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| CA | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AD | = | = | + | = | - | = | + | + | = | = |
| DA | = | = | - | = | + | = | - | - | = | = |
| AF | = | + | - | + | + | + | + | + | + | + |
| FA | = | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| BC | + | + | = | + | + | + | + | + | = | + |
| CB | - | - | = | - | - | - | - | - | = | - |
| BD | = | - | + | = | + | - | - | - | - | = |
| DB | = | + | - | = | - | + | + | + | + | = |
| BF | = | = | - | + | + | = | - | = | = | + |
| FB | = | = | + | - | - | = | + | = | = | - |
| CD | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| DC | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + |
| CF | - | - | - | - | + | - | - | - | = | - |
| FC | + | + | + | + | - | + | + | + | = | + |
| DF | = | + | - | + | + | + | = | + | + | + |
| FD | = | - | + | - | - | - | = | - | - | - |

Исходя из таблицы 2, мы подставляем в формулы соответствующие весовые параметры из таблицы 1, таким образом, рассчитывая индексы «согласия» и «несогласия» для каждой конфигурации фирм.

Индексы «несогласия», как уже говорилось ранее, рассчитываются по формуле



(причем длина шкалы L = 20)

Расчет данного индекса одинаков как для ELECTRE I, так и для ELECTRE II.

Для расчета индексов «согласия» и «несогласия» я использовала такую прикладную программу, как Microsoft Excel, что значительно облегчило мою работу. Данная программа была выбрана в силу того, что она является более распространенной и простой в использовании.

При помощи Microsoft Excel можно анализировать большие массивы данных. В Microsoft Excel можно использовать большое количество математических, статистических, финансовых и других специализированных функций, связывать различные таблицы между собой, выбирать произвольные форматы представления данных, создавать иерархические структуры.

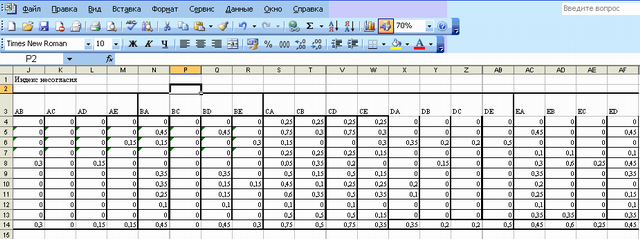


Рисунок 1 – Расчёт индексов несогласия в Microsoft Excel.

Теперь рассчитываем индекс «согласия» для метода ELECTRE I по следующей формуле



Причем максимальная сумма весов = 150.



Формула индекса «согласия» для метода ELECTRE II следующая



Тем самым, с помощью все той же прикладной программы Microsoft Excel мы вычисляем важности подмножеств по которым *X* «предпочтительнее» *Y*, «равноценно» ему, либо *Y* «предпочтительнее» *X* (см. таблицу 3).

Таблица 3 - Важность подмножеств *Р+(x, у), Р =(x, у), Р****‾*** *(х, у)*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D | E |
| A *Р+* | \* | 78 | 150 | 32 | 130 |
| *Р=* | \* | 52 | 0 | 98 | 13 |
| *Р‾* | \* | 20 | 0 | 20 | 7 |
|  |  | 150 | 150 | 150 | 150 |
| B  *Р+* | 20 | \* | 131 | 27 | 59 |
| *Р=* | 52 | \* | 19 | 52 | 74 |
| *Р‾* | 78 | \* | 0 | 71 | 17 |
|  | 150 |  | 150 | 150 | 150 |
| C *Р+* | 0 | 0 | \* | 7 | 20 |
| *Р=* | 0 | 19 | \* | 0 | 12 |
| *Р‾* | 150 | 131 | \* | 143 | 118 |
|  |  |  |  | 150 | 150 |
| D *Р+* | 20 | 71 | 143 | \* | 120 |
| *Р=* | 98 | 52 | 0 | \* | 23 |
| *Р‾* | 32 | 27 | 7 | \* | 7 |
|  |  |  |  |  | 150 |
| E *P*+ | 7 | 17 | 118 | 7 | \* |
| *Р=* | 13 | 74 | 12 | 23 | \* |
| *Р‾* | 130 | 59 | 20 | 120 | \* |

Теперь строим матрицы индексов «согласия» и «несогласия» для ELECTRE I и для ELECTRE II. При построении матрицы индексов «несогласия» выбирают максимальные показатели. (см. таблицу 4, таблицу 5 и таблицу 6).

Таблица 4 - Матрица согласия (ELECTRE I)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D | E |
| A | - | 0,8666667 | 1 | 0,8666667 | 0,9533333 |
| B | 0,48 | - | 1 | 0,5266667 | 0,8866667 |
| C | 0 | 0,1266667 | - | 0,0466667 | 0,2133333 |
| D | 0,7866667 | 0,82 | 0,9533333 | - | 0,9533333 |
| E | 0,1333333 | 0,6066667 | 0,8666667 | 0,2 | - |

Таблица 5 - Матрица несогласия (ELECTRE I и ELECTRE II)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D | E |
| A | - | 0,30 | 0,00 | 0,15 | 0,15 |
| B | 0,45 | - | 0,00 | 0,45 | 0,30 |
| C | 0,75 | 0,50 | - | 0,75 | 0,35 |
| D | 0,35 | 0,20 | 0,20 | - | 0,50 |
| E | 0,45 | 0,60 | 0,25 | 0,45 | - |

Таблица 6 - Матрица согласия (ELECTRE II)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D | E |
| A | - | 3,9 | 150 | 1,6 | 18,571429 |
| B | 0,2564103 | - | 131 | 0,3802817 | 3,4705882 |
| C | 0 | 0 | - | 0,048951 | 0,1694915 |
| D | 0,625 | 2,6296296 | 20,428571 | - | 17,142857 |
| E | 0,0538462 | 0,2881356 | 5,9 | 0,0583333 | - |

В соответствии с правилами об индексах согласия и несогласия – в качестве пороговых значений для ELECTRE I зададим *c1* = 0,126 и *d1* = 0,4, а для ELECTRE II – *c2* = 0,5 и *d2* = 0,4 и таким образом найдем значения превосходства одной фирмы над другой (см. таблицы 7 и 8), используя прикладную программу Microsoft Excel.

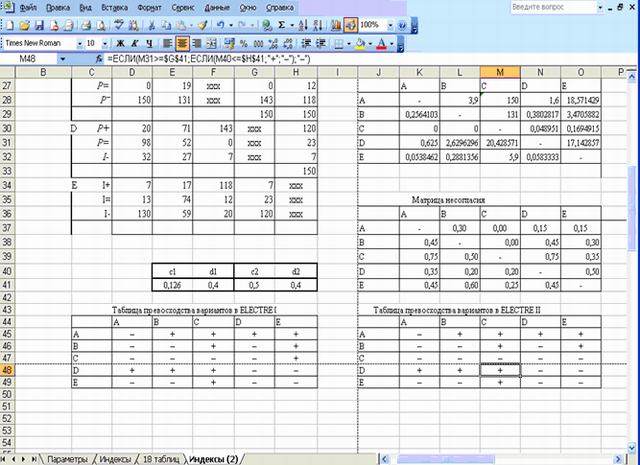


Рисунок 2 – Построение таблиц превосходства в Microsoft Excel.

Таблица 7 - Таблица превосходства вариантов в ELECTRE I

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D | E |
| A | – | + | + | + | + |
| B | – | – | + | – | + |
| C | – | – | – | – | + |
| D | + | + | + | – | – |
| E | – | – | + | – | – |

Таблица 8 - Таблица превосходства вариантов в ELECTRE II

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D | E |
| A | – | + | + | + | + |
| B | – | – | + | – | + |
| C | – | – | – | – | – |
| D | + | + | + | – | – |
| E | – | – | + | – | – |

Таким образом, на основании таблиц превосходства компьютерных фирм мы выявили наиболее конкурентоспособную компьютерную фирму. Ею будет являться фирма A (для неё по методам ELECTRA и ELECTRA II получено максимальное количество плюсов при попарном сравнении фирм).

**Литература**

1.Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2003.

2. Лотов С.М. Методы оценки конкурентоспособности. — СПб: Издательство «Питер», 2003.

3. Стровальский Р.А. Стратегическая конкурентоспособность. – М.: Логос, 2002.

4. Самсонов С.Я. Математические методы для оценки конкурентоспособности.- СПб: Издательство «Питер», 2005.