Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова

бКафедра программного обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем

## Лабораторная работа №1 по теме: «Методы принятия решений смещённого идеала и перестановок»

**Выполнил:**  
студент группы ПВ-41  
Адаменко И. И.

**Проверил:**профессор  
Синюк В. Г.

Белгород  
2015

**Цель работы:** изучение основных алгоритмов метода смещённого идеала и метода перестановок.

**Постановка задачи:** провести ранжирование альтернатив в выбранной предметной области методом смещённого идеала и методом перестановок. Альтернативы должны удовлетворять свойству множества Эджворта-Парето. Матрица принятия решения 4×4. При определении важности критериев учитывать степень изменчивости их оценок. Сравнить полученные результаты.

**Содержание отчёта:**

1. Название и цель работы.
2. Постановка задачи в соответствующей предметной области.
3. Полученный результат и выводы.
4. Контрольные вопросы:
   1. Анализ парадигм ИО и ПР.
   2. Классификация типов проблем.
   3. Что такое цель и тип задачи.
   4. Альтернативы, методы формирования множества альтернатив.
   5. Критерии.
   6. Принципы формирования множества критериев.
   7. Основные типы шкал (качественные — номинальная и ранговая, и количественные — интервальная шкала и шкала отношений) и их характеристики, аксиомы.
   8. Методы оценки альтернатив.
   9. Основные особенности выявления системы предпочтения ЛПР.
   10. Научно обоснованные методы принятия решений.
   11. Методы и требования, предъявляемые к ним.
   12. Решающее правило и множество Эджвортта-Парето.
   13. Общая схема решения МК-задач принятия решений.

## Ход работы

### Метод смещённого идеала

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исходные данные** | | | | |  |
| Альтернатива \ Критерий | Объём груди | Объём талии | Объём бёдер | Возраст |  |
| Гвинет Пэлтроу | 86 | 64 | 89 | 42 |  |
| Адриана Лима | 86 | 61 | 89 | 34 |  |
| Скарлетт Йоханссон | 94 | 63 | 95 | 31 |  |
| Арвил Лавин | 87 | 61 | 84 | 30 |  |
| Меган Фокс | 87 | 62 | 86 | 28 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Выделение множества Эджворта-Парето** | | | | |  |
| Альтернатива \ Критерий | Объём груди | Объём талии | Объём бёдер | Возраст |  |
| Адриана Лима | 86 | 61 | 89 | 34 |  |
| Скарлетт Йоханссон | 94 | 63 | 95 | 31 |  |
| Арвил Лавин | 87 | 61 | 84 | 30 |  |
| Меган Фокс | 87 | 62 | 86 | 28 |  |
|  | Маж. | Мин. | Маж. | Мин. |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Важность критериев (экспертная оценка)** | | | | |  |
| Ненормированные | 6 | 7 | 5 | 9 |  |
| Нормированные | 0.222222 | 0.259259 | 0.185185 | 0.333333 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Шаг 1** | | | | |  |
| Матрица принятия решений: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S1 | 86 | 61 | 89 | 34 |  |
| S2 | 94 | 63 | 95 | 31 |  |
| S3 | 87 | 61 | 84 | 30 |  |
| S4 | 87 | 62 | 86 | 28 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Идеальный и неидеальный объекты: | | | | |  |
| S+ | 94 | 61 | 95 | 28 |  |
| S- | 86 | 63 | 84 | 34 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Переход к относительным единицам: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S1 | 1 | 0 | 0.545455 | 1 |  |
| S2 | 0 | 1 | 0 | 0.5 |  |
| S3 | 0.875 | 0 | 1 | 0.333333 |  |
| S4 | 0.875 | 0.5 | 0.818182 | 0 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Нормированная матрица принятия решений: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S1 | 0.242938 | 0.246964 | 0.251412 | 0.276423 |  |
| S2 | 0.265537 | 0.255061 | 0.268362 | 0.252033 |  |
| S3 | 0.245763 | 0.246964 | 0.237288 | 0.243902 |  |
| S4 | 0.245763 | 0.251012 | 0.242938 | 0.227642 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Энтропия: | | | | |  |
| E \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| E | 0.999534 | 0.999935 | 0.999212 | 0.998223 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Инвертированная энтропия: | | | | |  |
| l \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| l \ K | 0.000466 | 6.49E-05 | 0.000788 | 0.001777 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Комплексная важность: | | | | |  |
| lambda \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| lambda | 0.120604 | 0.019593 | 0.169866 | 0.689937 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Определение расстояния от неидеального объекта до i-го: | | | | |  |
| S \ P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| S1 | 0.096805 | 0.079659 | 0.07763 | 0.077292 | 0.077228 |
| S2 | 0.635439 | 0.402993 | 0.362686 | 0.351158 | 0.347295 |
| S3 | 0.494626 | 0.460622 | 0.459975 | 0.459958 | 0.459958 |
| S4 | 0.745694 | 0.690862 | 0.689961 | 0.689938 | 0.689937 |
|  |  |  |  |  |  |
| S1 — худшая альтернатива, следовательно исключаем её | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Шаг 2** | | | | |  |
| Матрица принятия решений: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S2 | 94 | 63 | 95 | 31 |  |
| S3 | 87 | 61 | 84 | 30 |  |
| S4 | 87 | 62 | 86 | 28 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Идеальный и неидеальный объекты: | | | | |  |
| S+ | 94 | 61 | 95 | 28 |  |
| S- | 87 | 63 | 84 | 31 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Переход к относительным единицам: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S1 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |
| S2 | 1 | 0 | 1 | 0.666667 |  |
| S4 | 1 | 0.5 | 0.818182 | 0 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Нормированная матрица принятия решений: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S1 | 0.350746 | 0.33871 | 0.358491 | 0.348315 |  |
| S2 | 0.324627 | 0.327957 | 0.316981 | 0.337079 |  |
| S4 | 0.324627 | 0.333333 | 0.324528 | 0.314607 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Энтропия: | | | | |  |
| E \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| E | 0.999384 | 0.999921 | 0.998679 | 0.999191 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Инвертированная энтропия: | | | | |  |
| l \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| l \ K | 0.000616 | 7.89E-05 | 0.001321 | 0.000809 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Комплексная важность: | | | | |  |
| lambda \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| lambda | 0.203737 | 0.030469 | 0.364266 | 0.401528 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Определение расстояния от неидеального объекта до i-го: | | | | |  |
| S \ P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| S2 | 0.568003 | 0.417371 | 0.384379 | 0.372868 | 0.368169 |
| S3 | 0.164312 | 0.137267 | 0.134367 | 0.133933 | 0.133859 |
| S4 | 0.482993 | 0.407239 | 0.402136 | 0.401603 | 0.401538 |
|  |  |  |  |  |  |
| S3 — худшая альтернатива, следовательно исключаем её | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Шаг 3** | | | | |  |
| Матрица принятия решений: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S2 | 94 | 63 | 95 | 31 |  |
| S4 | 87 | 62 | 86 | 28 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Идеальный и неидеальный объекты: | | | | |  |
| S+ | 94 | 62 | 95 | 28 |  |
| S- | 87 | 63 | 86 | 31 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Переход к относительным единицам: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S2 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |
| S4 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Нормированная матрица принятия решений: | | | | |  |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| S2 | 0.519337 | 0.504 | 0.524862 | 0.525424 |  |
| S4 | 0.480663 | 0.496 | 0.475138 | 0.474576 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Энтропия: | | | | |  |
| E \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| E | 0.998921 | 0.999954 | 0.998216 | 0.998134 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Инвертированная энтропия: | | | | |  |
| l \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| l \ K | 0.001079 | 4.62E-05 | 0.001784 | 0.001866 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Комплексная важность: | | | | |  |
| lambda \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |  |
| lambda | 0.19916 | 0.00994 | 0.274398 | 0.516502 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Определение расстояния от неидеального объекта до i-го: | | | | |  |
| S \ P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| S2 | 0.473558 | 0.339056 | 0.305671 | 0.291724 | 0.284656 |
| S4 | 0.526442 | 0.516598 | 0.516503 | 0.516502 | 0.516502 |
|  |  |  |  |  |  |
| S2 — худшая альтернатива, следовательно, исключаем её | | | | |  |
| **S4 (Меган Фокс) — лучшая альтернатива** | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Итоговый результат ранжирования: | | | |  |  |
| **Меган Фокс** |  |  |  |  |  |
| Скарлетт Йоханссон |  |  |  |  |  |
| Аврил Лавин |  |  |  |  |  |
| Адриана Лима |  |  |  |  |  |

### Метод перестановок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Матрица принятия решений: | | | | |
| S \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |
| S1 | 86 | 61 | 89 | 34 |
| S2 | 94 | 63 | 95 | 31 |
| S3 | 87 | 61 | 84 | 30 |
| S4 | 87 | 62 | 86 | 28 |
|  | Маж. | Мин. | Маж. | Мин. |
| Комплексная важность: | | | | |
| lambda \ K | K1 | K2 | K3 | K4 |
| lambda | 0.120604 | 0.019593 | 0.169866 | 0.689937 |

Для перестановки {S1, S2, S3, S4} получим:

1. S1 > S2:   
   C = (2)  
   H = (1, 3, 4)
2. S1 > S3:  
   C = (2, 3)  
   H = (1, 4)
3. S1 > S4:  
   C = (3)  
   H = (1, 2, 4)
4. S2 > S3:  
   C = (1, 3)  
   H = (2, 4)
5. S2 > S4:  
   C = (1, 3)  
   H = (2, 4)
6. S3 > S4:  
   C = (2)  
   H = (1, 3, 4)

Вес перестановки: B = −4.0019

Веса всех перестановок:

|  |  |
| --- | --- |
| **Перестановка** | **Вес** |
| 1234 | −4.001900 |
| 1243 | −2.321489 |
| 1324 | −3.163790 |
| 1342 | −2.325670 |
| 1423 | −1.483369 |
| 1432 | −0.645250 |
| 2134 | −2.080281 |
| 2143 | −0.399860 |
| 2314 | −0.798933 |
| 2341 | 0.443228 |
| 2413 | 0.842301 |
| 2431 | 2.123649 |
| 3124 | −1.882442 |
| 3142 | −1.044322 |
| 3214 | 0.039185 |
| 3241 | 1.281348 |
| 3412 | 0.197839 |
| 3421 | 2.119467 |
| 4123 | −0.241207 |
| 4132 | 0.596912 |
| 4213 | 1.680420 |
| 4231 | 2.961768 |
| 4312 | 1.878260 |
| **4321** | **3.799888** |

Лучшая перестановка (с максимальным весом) — 4321. Получаем лучшую альтернативу — S4 (Меган Фокс).

Итоговый результат ранжирования:

1. Меган Фокс
2. Аврил Лавин
3. Скарлетт Йоханссон
4. Адриана Лима

## Контрольные вопросы

### Анализ парадигм ИО и ПР

**Парадигма** — признанное всеми научное достижение, которое в течение определённого времени даёт научному сообществу модель постановки проблемы и её решения.

|  |  |
| --- | --- |
| **Особенности парадигмы исследования операции** | **Особенности парадигмы принятия решений** |
| Объективный характер используемых моделей, т.е. опираясь на одни и те же данные, различные специалисты-аналитики должны получать одинаковые результаты. Построение моделей рассматривается как средство отражения существующей реальности. С этой точки зрения подход к построению моделей ничем не отличается от подхода в физике. | Модель зависит от личности ЛПР (т.е. модель имеет субъективный характер, зависит от системы ценностей ЛПР). Эта субъективность является единственной возможной основой объединения основных параметров проблемы в единую модель, позволяющую оценивать варианты решений. |
| Задачи исследования операций решаются по заказу руководителей. Получив такой заказ, аналитик исследует проблему и пытается найти адекватную модель. В этой работе сам руководитель чаще всего не нужен. Когда решение найдено, роль руководителя — внедрить его. Руководитель дает заказ и получает готовое решение. | Аналитик помогает принять решение руководителю (ЛПР). Эта помощь заключается в том, что он изучает объективные параметры модели, в пределах которых может быть принять решение (это он проделывал и раньше), а также проводит исследования по выявлению предпочтений ЛПР, изучению его системы ценностей. |
| Существует объективный критерий успехов операций. Метод показывает насколько новое решение лучше существующего. С ним нельзя спорить, его нельзя оспаривать. | Выбирается лучший вариант, исходя из системы предпочтений конкретного ЛПР. Признание ответственности ЛПР за принятые решения позволяет резко усилить их мотивацию к тщательному анализу вариантов. Не всегда «субъективное» плохо, а «объективное» достижимо. В человеческих решениях чаще всего «объективное» невозможно, а качество «субъективного» зависит не только от личности ЛПР, но и от процедуры выработки решения. |

### Классификация типов проблем

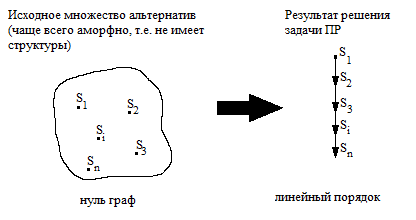
Согласно классификации, предложенной Гербертом Саймоном, проблемы подразделяются на три класса, т.е. в тех случаях, когда существуют адекватные математические модели устройств или процессов и есть опытные данные:

1. *Хорошо структурированные* или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах или символах, получающих в конце концов численные оценки.
2. *Неструктурированные* или качественно выраженные проблемы, в которых известен только перечень основных параметров, но количественные связи между ними установить нельзя (нет необходимой информации). Иногда ясно лишь, что изменение параметра в определенных пределах сказывается на решении. В таких случаях структура, понимаемая как совокупность связей между параметром и ролью не определена, и проблема называется неструктурированной.
3. *Слабо структурированные* или смешанные проблемы, которые содержат как качественные, так и количественные элементы, причем качественные малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминировать.

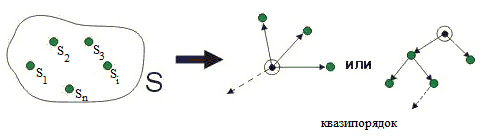
### Цель и тип задачи

**Цель** – заранее мыслимый результат сознательной деятельности человека или группы людей.

Основные типы задач:

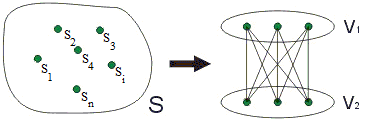
1. Линейное упорядочивание альтернатив.  
   

Эта дуга имеет место, если альтернатива (например ) доминирует над другой альтернативой (например , т.е. ).

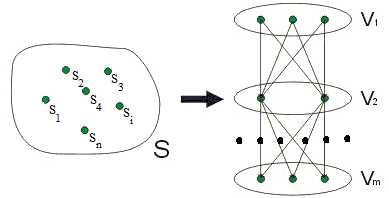
1. Выделение лучшей альтернативы.  
   

Здесь ** — лучшая альтернатива.

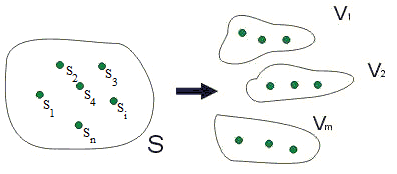
1. Выделение неупорядоченного подмножества лучших альтернатив «задача о рюкзаке»).



Здесь — подмножество лучших альтернатив.

1. Групповое упорядочивание альтернатив (стратификация).

В сложных структурах множество S разбито на непересекающиеся слои: .

1. Неупорядоченное разбиение альтернатив (классификация).

Здесь — классы (подмножества) альтернатив.

### Альтернативы, методы формирования множества альтернатив

Множество S (в кортеже <T, S, K, X, F, P, R>) представляет собой совокупность альтернатив, удовлетворяющих в каждой задаче определенным ограничениям и рассматриваемых как возможные способы достижения поставленной цели. Если имеется только одна альтернатива, то проблемы принятия решений не возникает. Считают, что отсутствие многоальтернативности следует расценивать как недостаточную проработку решаемой проблемы.

Универсальных методов формирования множества альтернатив не существует. Допустимые решения формируются на основе информации о реальной ситуации и имеющихся в задаче ограничений. Применяются так называемые качественные методы, т.е. методы направленные на активизацию использования интуиции и опыта ЛПР и экспертов.

Например, множество альтернатив может быть сформировано на основе комбинаторно-морфологического анализа. Его суть заключается в том, что исходная проблема разбивается на ряд независимых подпроблем (уровней). Затем для каждого уровня определяются возможные способы решения подпроблемы (элемент уровня). Вариантом решения является набор элементов, в которых входит один элемент с каждого уровня.

Например, если это объект проектирования, то он разбивается на функциональные блоки А, Б, В. Затем составляется морфологическая таблица (ниже), каждая стока которой содержит возможные варианты одного из блоков объектов проектирования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Блоки объекта | Варианты блоков | Число способов |
| А  Б  В |  | 4  2  3 |

Варианты объекта образуют различные допустимые комбинации вариантов отдельных блоков (1-я альтернатива — ; 2-я альтернатива — и т. д.).

Кроме того, при формировании множества альтернатив может использоваться метод «коллективной генерации идей» (или метод «мозговой атаки»). Содержание метода заключается в следующем. Собирается группа лиц (главный принцип отбора - разнообразие профессий, квалификаций, опыта). Приветствуются любые идеи, возникающие как непроизвольно, так и по ассоциации при выслушивании предложений других участников, даже если они кажутся сомнительными или абсурдными. Категорически запрещается любая критика - важнейшее условие «мозгового штурма» (компетентную критику легче получить, чем компетентное творчество).

### Критерии

Каждая альтернатива приводит к определенному исходу, последствия которого оцениваются по критериям . Критериями будем называть такие показатели, которые:

1. Признаются ЛПР в качестве характеристик степени достижения подцелей поставленной цели.
2. Являются общими и измеримыми для всех альтернатив.
3. Характеризуют общую ценность решения таким образом, что у ЛПР имеется стремление получить по ним наиболее предпочтительные оценки (т.е. они не могут быть представлены в виде ограничений).

### Принципы формирования множества критериев

При формировании множества критериев руководствуются двумя принципами:

1. Принципом полноты.
2. Принципом простоты.

**Принцип полноты.** Считается, что набор критериев является полным, если использование любых дополнительных критериев не изменяет результатов решения задачи, а отбрасывание хотя бы одного из выбранных критериев, наоборот, приводит к изменению результатов.

**Принцип простоты** выражается в требованиях не избыточности (различные критерии из множества не должны учитывать один и тот же аспект последствий) и минимальности (множество должно содержать как можно меньше критериев). Множество критериев системы координат является аппроксимацией рассматриваемой проблемы с точки зрения ЛПР, и формирование его является более искусством, чем наукой.

Критерии должны быть независимы, т. е. оценка альтернатив по одному из них не должна однозначно, либо с большой вероятностью, определять оценку по другому критерию. При большом количестве критериев их обычно объединяют в другие, т.е. выявление структуры критериев на множестве критериев.

### Основные типы шкал и их аксиомы

|  |  |
| --- | --- |
| Аксиомы | Примечания. Примеры. |
| **Номинальная (классификационная)** | |
| (a, b, c – значение шкалы)  Аксиома *тождества* эквивалентности:  либо , либо ;  если ;  если и , то .  Измерение состоит в том, чтобы проводимый эксперимент над объектом, определил принадлежность результата к тому или иному классу. | Суть измерения альтернатив в номинальной шкале – это разбиение их на классы эквивалентности по тому или иному признаку.  Отличительная черта: отсутствие математических свойств. Это крайний случай шкалы, и она слабо используется для критериев.  Только операция соблюдения или несовпадения  . |
|  | Примеры: семейное положение (одинокий, женат, разведен, вдовец); политическая принадлежность; группа крови и т. д. |
| **Порядковая (ранговая)** | |
| Если, кроме вышеуказанных аксиом, удовлетворяет следующим аксиомам *упорядоченности*:  либо a b, либо ba;  если ab и bc, то ac. | Отношение порядка не определяет расстояние между значениями шкалы.  Примеры: служебное положение, образование, воинское звание; шкалы силы ветра, твердости, землетрясения и т.п. |
| **Интервальная** | |
| Если, кроме вышеуказанных аксиом, можно ввести между любыми двумя значениями метрическое расстояние, т. е. какую-либо функцию, удовлетворяю-щую аксиомам:  ;  если a=b;  Эти шкалы могут иметь произвольные начала отсчета и единицы длины, а связь между показаниями в таких шкалах является линейной:  y=ax+b, a>0, . | Если два интервала в одной шкале и , а при другом выборе начала отсчета и единицы длины числами и , то имеет место  Примеры: температура (по Цельсию либо по Фаренгейту); время (у христиан от рождества Христова, у мусульман – Магомета) и т.п. |
| **Отношений** | |
| Если, кроме вышеуказанных аксиом, выполняются аксиомы аддитивности:  A+b=b+a; (a+b)+c=a+(b+c).  Если a=p и b>0, то a+b>p,  Если a=p и b=g, то a+b=p+g; | Отношение двух значений шкалы не зависит от того, в какой из таких шкал произведены измерения  , т.е. y=ax  Примеры: длина, вес, электрическое сопротивление, деньги. |

### Методы оценки альтернатив

Оценка альтернатив по шкалам критериев может быть проведена либо посредством физических измерений, либо экспериментальным путём.

Под физическими измерениями понимаются не только собственно измерения технических или физических параметров, но и определение материальных, технико-экономических и т. п. показателей, которые могут быть вычислены существующими расчётными методами.

Экспертные методы применяются в тех случаях, когда оценка альтернатив не может быть проведена на основе физических измерений. Множество  , может содержать шкалы разных типов. Декартово произведение образует полное пространство векторных оценок. Каждая альтернатива оценивается по шкалам  , т. е. каждой альтернативе  ставится в соответствие m – мерная векторная оценка  , где – векторное значение j критерия по шкале . Таким образом, множеству S ставится в соответствие множество векторных оценок   с помощью отображения .