# Лабораторная работа № 1. МЕТОД АПРИОРНОГО РАНЖИРОВАНИЯ

## Цель работы

Основной целью данной практической работы является:

1) углубление теоретических знаний;

2) освоение методики проведения априорного ранжирования.

## Общие положения

Методы получения экспертных оценок подразделяются на две основные группы в зависимости от организации работы экспертов: коллективная и индивидуальная.

К первой группе относятся совещания, т.е. метод открытого обсуждения и принятия решений (метод «комиссий»); метод «мозговой атаки», в процессе которой внимание участников концентрируется на выдвижение идей возможных путей решения одной конкретной задачи; метод «суда» воспроизводит правила ведения судебного процесса, причем рассматриваемое решение выступает в качестве «подсудимого», а группы экспертов исполняют роли «прокурора» и «защиты».

ИНТЕГРАЦИЯ МНЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ - ЭКСПЕРТИЗА

Коллективная работа экспертов

Индивидуальная работа экспертов

Метод комиссий

Мозговая атака

Метод суда

Априорное ранжирование

Метод Дельфи

*Рис. 1. Виды наиболее распространенных методов интеграции мнения специалистов*

Особенности коллективной работы:

а) при обсуждении вопроса присутствует вся группа;

б) группу комплектует руководитель;

в) последовательность выступлений и предоставление слова регламентируется руководителем;

г) итоги подводит и принимает решение руководитель.

Преимущества этих методов: оперативность и внешняя демократичность.

Недостатки: давление авторитета руководителя, отсутствие строгой процедуры учета мнения экспертов, подведения итогов и принятия решения. Последний недостаток частично может быть компенсирован, если решение принимается тайным голосованием.

При индивидуальной работе экспертов для получения мнения каждого эксперта используют интервью в виде свободной беседы или по типу «вопрос-ответ», а также анкетирование, в процессе которого каждый эксперт дает количественные оценки сравниваемым факторам или альтернативам, т.е. ранжирует их. Затем индивидуальные оценки участников экспертных групп суммируются по определенным правилам.

При втором подходе все этапы экспертизы (подбор экспертов, технология получения и обработки их мнений и др.) более или менее регламентированы, эксперты, как правило, подбираются из числа внешних специалистов, а организует проведение экспертизы не руководитель, а специалист. При этом результаты экспертизы, так же и при первом методе, носят для руководителя не обязательный, а рекомендательный характер.

Наиболее эффективным является *метод априорного ранжирования*, основанный на экспертной оценке факторов группой специалистов, компетентных в исследуемой области.

Априори означает, что эксперт оценивает новое явление, факт на основе своего прошлого опыта.

Метод априорного ранжирования сводится к следующему:

1. Организацией или специалистом, проводящим экспертизу, на основании анализа литературных данных, обобщения имеющегося опыта, опроса специалистов, дерева систем и т.д. определяется предварительный (с определенным резервом, обеспечивающим выбор) перечень факторов, требующих ранжирования.

2. Составляется анкета, в которой приводится, желательно в табличной форме, перечень факторов, необходимых пояснения и инструкции, примеры заполнения анкет.

3. Осуществляется комплектация и проверка компетентности группы экспертов, которые должны быть специалистами в рассматриваемых вопросах, но не быть лично заинтересованными в результатах. Проверка компетентности экспертов может проводиться с помощью тестов, методом самооценки или оценкой эталонных факторов.

4. После формирования группы проводится устный или письменный инструктаж экспертов.

5. Экспертами осуществляется индивидуальная оценка предложенных факторов с помощью рангов, в процессе которой факторы располагаются в порядке убывания степени их влияния на результирующий признак или объект исследования, являющийся целевой функцией. Ранг обозначается следующим образом аkm, где m – условный номер эксперта; k – номер фактора. При этом фактор, имеющий наибольше влияние, оценивается первым рангом (цифрой 1). Фактору, имеющему меньшее значение, приписывается второй ранг (цифра 2) и т.д.

6. Полученные оценки с другими экспертами не обсуждаются и передаются организаторам экспертизы.

7. Организаторами экспертизы проводится обработка результатов экспертного опроса.

8. По результатам экспертизы организацией или специалистом, проводившим экспертный опрос, для руководства системы разрабатываются предложения по решению конкретных проблем или результаты передаются без комментариев.

Рассмотрим пример оценки влияния ряда подфакторов, выбранных из дерева систем улучшение автомобиля марки Audi, а именно улучшение ГБЦ и ее составляющих двигателя внутреннего сгорания .

Для экспертной оценки были выбраны следующие пять подфактора (К=5) третьего уровня ДСТЭА:

С2031 –Точность расчетов каналов впуска и выпуска;

С2032 – Качество используемых материалов;

С2033 –Использование точно рассчитанных валов ;

С2034 –Использование облегченных клапанов.

С2035 –Применение ремня ГРМ из новых материалов.

К независимой экспертизе привлечено 5 экспертов (m=5).

Каждый эксперт независимо от других присваивает свои ранги Рекомендуется следующая последовательность обработки ре­зультатов априорного ранжирования.

1) Индивидуальные оценки всех экспертов сводятся в таблицу ап­риорного ранжирования (табл. 3.1).

2) Определяется сумма рангов всех экспертов по каждому фактору



где m – число экспертов;

k – число факторов.

3) Проверяется правильность заполнения таблицы. Очевидно, во-первых, что максимальный ранг по конкретному фактору (Э<т) не мо­жет быть больше числа сравниваемых факторов (к). Во-вторых, мак­симальное значение суммы рангов по любому фактору не может быть больше произведения максимально возможного ранга на число экспертов, т.е.

.

В примере В-третьих, минимально возможная сумма рангов по любому фак­тору не может быть меньше минимального ранга (1), умноженного на число экспертов, т.е. .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы и их №№,  k | Условные номера экспертов, m | | | | | Сумма рангов  Δk | Отклонения суммы рангов | | (Δk')2 | Занимаемое место  М1 | Вес фактора  qk |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ранги оценки аkm | | | | |
| Δk' | |
| С2031 Точность расчетов каналов впуска и выпуска (k=1) | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 9 | -5,2 | | 27,04 | 1 | 0,4 |
| С2032 Качество используемых материалов (k=2) | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 15 | -0,2 | | 0,04 | 2 | 0,2 |
| С2033 Использование точно рассчитанных валов (k=3) | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 17 | 1,8 | | 3,24 | 4 | 0,25 |
| С2034 Использование облегченных клапанов (k=4) | 5 | 1 | 5 | 5 | 2 | 18 | 2,8 | | 7,84 | 5 | 0,5 |
| С2035 Применение ремней ГРМ из новых материалов (k=3) | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | 16 | 0,8 | | 0,64 | 3 | 0.1 |
| Итого |  | | | |  | |  | S =39 | |  | 1 |

В примере (Δk)min = Δ1 = 10>5 = 1⋅5.

В рассматриваемом примере все три условия удовлетворены:

все аkm  ≤ 5 = (аkm)max;

все Δk < 25 = (Δk)max;

все Δk > 5 = (Δk)min.

1. Вычисляется сумма рангов и средняя сумма рангов

.

5) Проверяется правильность определения суммы рангов по формуле

 или 5·5·3=75

где  - средний ранг оценки факторов каждым экспертом:

.

; что соответствует табличным данным.

6) определяется отклонение от суммы рангов :

 или 10-15,2=-5,2и т.д.

7) рассчитывается коэффициент Кенделла:

 или 

где 

Коэффициент конкордации может изменяться от 0 до 1. Если он существенно отличается от нуля (W>0,5), то можно считать, что между мнениями экспертов имеется определенное согласие.

Если W≥0,5, то можно считать, что между мнениями экспертов имеется определенное согласие. Если W<0,5, то мнение разсогласовано и его нельзя считать групповым;

з) по результатам анализа принимается решение о принятии результатов или проведении повторной экспертизы, а именно:

а) передача ее проведения другой группе специалистов;

б) изменение инструкции;

в) корректировка состава факторов;

г) привлечение других экспертов.

При любом исходе проводить повторную экспертизу прежним со­ставом экспертов не рекомендуется.

и) при W≥0,5 проверяется гипотеза о неслучайности согласия экспертов по критерию Пирсона:

 или 

где (k-1) – число степеней свободы.

Расчетное значение коэффициента сравнивается с табличным, оп­ределенным при числе степеней свободы к-1.

Если расчетное значение критерия Пирсона больше табличного, a W > 0,5, то это свидетельствует о наличии существенного сходства мнений экспертов, значимости коэффициента конкордации и неслучайности совпадения мнении экспертов, т.е. .

В примере =1,93\*5\*1 = 3,9, а  = 11,3 (при уровне значимости 0,01), и результаты экспертизы могут быть признаны удовлетворительными и адекватными.

10) По сумме рангов Δk производится ранжирование факторов (подсистем). Минимальной сумме рангов (Δk )min соответствует наибо­лее важный фактор, получающий первое место М=1, далее факторы располагаются по мере возрастания суммы рангов.

Таким образом, по результатам априорного ранжирования рас­сматриваемые для данного предприятия факторы располагаются по их влиянию на уровень работоспособности следующим образом:

1 место - Точность расчетов каналов впуска и выпуска (Δk1=10)

2 место - Качество используемых материалов (Δk2=15);

3 место - Применение ремней ГРМ из новых материалов (Δk3=16);

4 место - Использование точно рассчитанных валов (Δk4=17).

5 место - Использование облегченных клапанов (Δk5=18).

11) Для наглядного представления о весомости факторов может строиться априорная диаграмма рангов (рис. 35) и определяются  
удельные веса факторов по их влиянию на целевой показатель (αт). При этом удельный вес фактора определяется по следующей формуле:

;

где М -место фактора по результатам ранжирования.

q1 = 0,4; второе q2 =0,25; третье q3 =0,2; q4 =0.5; q5 = 0.1.



12) Априорная диаграмма рангов позволяет предварительно отобрать наиболее действенные подсистемы. К ним в примере отно­сятся те, у которых сумма рангов меньше средней т.е. Δk <  = 20.

Преимущества априорного ранжирования: сравнительная просто­та организации процедуры и оперативность получения результатов.

Недостатки: большая зависимость результатов от качества органи­зации экспертизы и подбора экспертов, т.е. определенная субъек­тивность. Кроме того, при оценке тех или иных факторов (мероприятий) для данной системы (предприятия, фирмы) эксперты пользуются своим прежним опытом или взглядами (именно поэтому экспертиза называется априорной). Поэтому правильная постановка вопросов и выбор факто­ров для данной методики имеют особое значение и существенно влияют на результаты экспертизы.

Типичной ошибкой при использовании экспертных методов, диктуе­мых их сравнительной простотой, является стремление включить в оцен­ку максимальное число показателей или объектов разных уровней.

Например, при оценке качества эксплуатации машин были выбраны 27 показателей, что не позволило экспертам выделить группу доминирующих. Действительно, средний коэффициент значимо­сти показателей составил 0,037 (3,7%), разрыв между показателем с максимальным (риск возникновения аварии в течение года) и минималь­ным (эстетичность) коэффициентом значимости 0,02 (2,1%), а между смежными показателями всего 0,08%. Иными словами, оценки коэффи­циентов значимости большинства показателей (более 60%) лежали в пределах точности данного метода.

*Рис. 3.2. Априорная диаграмма сумм рангов*

При априорном ранжировании для получения более объективных данных сравнивают мнения экспертов нескольких групп и разных школ, обращаются к независимым аудиторам или аудиторским фирмам.

## 3.3 Последовательность выполнения практической работы

1. Изучить методику проведения априорного ранжирования.
2. С помощью метода априорного ранжирования определить вклад факторов в достижение цели на схеме, приведенной на рис. 2.

Ц0

*Рис. 2. Схема дерева целей и систем: Ц0 - снижение расхода топлива автомобиля; С101 – улучшение обтекаемости автомобиля; С102 – применение экономичных режимов езды; С103 – снижение коэффициента неупругого сопротивления шин (повышение давления воздуха в шинах); С104 – улучшение технического состояния автомобиля; С105 – поддержание оптимальной температуры двигателя*

Для этого:

1. Формируется список факторов и анкета по прилагаемому образцу на рис. 2.
2. Формируется группа экспертов из присутствующих студентов, каждому студенту присваивается условный номер эксперта и выдается анкета.
3. Каждый эксперт на основе своего опыта и знаний заполняет анкету.
4. Заполняется таблица результатов априорного ранжирования.
5. Рассчитываются:

- сумма рангов;

- средняя сумма рангов;

- отклонение суммы рангов от средней суммы рангов;

- квадраты отклонений суммы рангов от средней суммы рангов;

- сумма квадратов отклонений.

**Анкета**

Уважаемый эксперт, заполните, пожалуйста, предлагаемую анкету, в которой оцените степень влияния предложенных факторов на снижение расхода топлива автомобилей, наиболее значительному фактору присвойте ранг 1, менее значительному ранг 2 и так далее.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперт | Фамилия И.О. | | Условный номер эксперта | |
|  | |  | |
|  |  | |  | |
| Цель | Фактор влияющий на достижение цели | | | Ранг фактора |
| Ц0 - снижение расхода топлива автомобиля | Обозначение | Содержание фактора | | R01 |
| С101 | Точность расчетов каналов впуска и выпуска | | 1 |
| С102 | Качество используемых материалов | | 3 |
| С103 | Использование точно рассчитанных валов | | 2 |
| С104 | Использование облегченных клапанов | | 5 |
| С105 | Применение ремней ГРМ из новых материалов | | 4 |

Эксперт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись Ф.И.О.

**Анкета**

Уважаемый эксперт, заполните, пожалуйста, предлагаемую анкету, в которой оцените степень влияния предложенных факторов на снижение расхода топлива автомобилей, наиболее значительному фактору присвойте ранг 1, менее значительному ранг 2 и так далее.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперт | Фамилия И.О. | | Условный номер эксперта | |
|  | |  | |
|  |  | |  | |
| Цель | Фактор влияющий на достижение цели | | | Ранг фактора |
| Ц0 - снижение расхода топлива автомобиля | Обозначение | Содержание фактора | | R01 |
| С101 | Точность расчетов каналов впуска и выпуска | | 2 |
| С102 | Качество используемых материалов | | 3 |
| С103 | Использование точно рассчитанных валов | | 5 |
| С104 | Использование облегченных клапанов | | 1 |
| С105 | Применение ремней ГРМ из новых материалов | | 4 |

Эксперт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись Ф.И.О.

**Анкета**

Уважаемый эксперт, заполните, пожалуйста, предлагаемую анкету, в которой оцените степень влияния предложенных факторов на снижение расхода топлива автомобилей, наиболее значительному фактору присвойте ранг 1, менее значительному ранг 2 и так далее.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперт | Фамилия И.О. | | Условный номер эксперта | |
|  | |  | |
|  |  | |  | |
| Цель | Фактор влияющий на достижение цели | | | Ранг фактора |
| Ц0 - снижение расхода топлива автомобиля | Обозначение | Содержание фактора | | R01 |
| С101 | Точность расчетов каналов впуска и выпуска | | 1 |
| С102 | Качество используемых материалов | | 2 |
| С103 | Использование точно рассчитанных валов | | 4 |
| С104 | Использование облегченных клапанов | | 5 |
| С105 | Применение ремней ГРМ из новых материалов | | 3 |

Эксперт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись Ф.И.О.

**Анкета**

Уважаемый эксперт, заполните, пожалуйста, предлагаемую анкету, в которой оцените степень влияния предложенных факторов на снижение расхода топлива автомобилей, наиболее значительному фактору присвойте ранг 1, менее значительному ранг 2 и так далее.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперт | Фамилия И.О. | | Условный номер эксперта | |
|  | |  | |
|  |  | |  | |
| Цель | Фактор влияющий на достижение цели | | | Ранг фактора |
| Ц0 - снижение расхода топлива автомобиля | Обозначение | Содержание фактора | | R01 |
| С101 | Точность расчетов каналов впуска и выпуска | | 4 |
| С102 | Качество используемых материалов | | 2 |
| С103 | Использование точно рассчитанных валов | | 3 |
| С104 | Использование облегченных клапанов | | 5 |
| С105 | Применение ремней ГРМ из новых материалов | | 1 |

Эксперт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись Ф.И.О.

**Анкета**

Уважаемый эксперт, заполните, пожалуйста, предлагаемую анкету, в которой оцените степень влияния предложенных факторов на снижение расхода топлива автомобилей, наиболее значительному фактору присвойте ранг 1, менее значительному ранг 2 и так далее.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперт | Фамилия И.О. | | Условный номер эксперта | |
|  | |  | |
|  |  | |  | |
| Цель | Фактор влияющий на достижение цели | | | Ранг фактора |
| Ц0 - снижение расхода топлива автомобиля | Обозначение | Содержание фактора | | R01 |
| С101 | Точность расчетов каналов впуска и выпуска | | 1 |
| С102 | Качество используемых материалов | | 5 |
| С103 | Использование точно рассчитанных валов | | 3 |
| С104 | Использование облегченных клапанов | | 2 |
| С105 | Применение ремней ГРМ из новых материалов | | 4 |

Эксперт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись Ф.И.О.

1. С помощью коэффициента конкордации Кэнделла оценивается степень согласованности мнений экспертов. В случае, если коэффициент Кэнделла недостаточен, дальнейшие расчеты проводятся, однако в выводе указывается недостаточность коэффициента, возможные причины этого, а также возможные пути корректирования экспертизы.
2. Проверяется гипотеза о неслучайности согласия экспертов (табличное значение критерия Пирсона для числа степеней свободы k-1=4, χ2=13.277).
3. По сумме рангов производится ранжирование факторов.
4. Рассчитывается вклад факторов в достижение поставленной цели.
5. Строится априорная диаграмма рангов.
6. На дереве целей и систем наносятся вклады факторов.
7. Делаются выводы, в которых указываются результаты ранжирования.
8. Оформить отчет.

## 3.4 Задание для самостоятельной работы

Из табл. 2. выбрать десять условных номеров экспертов. Выбор осуществлять исходя из двух последних цифр зачетной книжки. Первая пятерка экспертов начинается с номера, соответствующего предпоследней цифре номера зачетной книжки, вторая пятерка экспертов начинается с номера, соответствующего последней цифре номера зачетной книжки.

Например, если последние цифры 39, то номера экспертов: первая пятерка 3,4, 5, 6, 7, вторая пятерка 9, 10, 11,12, 13. Если 23, то номера экспертов 2, 3, 4, 5, 6 и 3, 4, 5, 6, 7.

Таблица 2.3

Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера экспертов  Факторы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| С101 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| С102 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| С103 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| С104 | 4 | 3 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 |

Используя ответы экспертов, провести расчеты аналогичные, предыдущему разделу:

1. Заполняется таблица результатов априорного ранжирования.
2. Рассчитываются:

- сумма рангов;

- средняя сумма рангов;

- отклонение суммы рангов от средней суммы рангов;

- квадраты отклонений суммы рангов от средней суммы рангов;

- сумма квадратов отклонений.

1. С помощью коэффициента конкордации Кэнделла оценивается степень согласованности мнений экспертов. В случае, если коэффициент Кэнделла недостаточен, дальнейшие расчеты проводятся, однако в выводе указывается недостаточность коэффициента, возможные причины этого, а также возможные пути корректирования экспертизы.
2. Проверяется гипотеза о неслучайности согласия экспертов (табличное значение критерия Пирсона для числа степеней свободы k-1=3, χ2=11.345).
3. По сумме рангов производится ранжирование факторов.
4. Рассчитывается вклад факторов в достижение поставленной цели.
5. Строится априорная диаграмма рангов.
6. На дереве целей и систем наносятся вклады факторов.
7. Делаются выводы, в которых указываются результаты ранжирования.

## Содержание отчета

Отчёт по практической работе должен содержать:

* цели выполнения практической работы;
* результаты самостоятельного априорного ранжирования;
* выводы.