



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра
«Информационные
системы»

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для магистрантов специальности
6М070300 - Информационные системы

Алматы 2016

СОСТАВИТЕЛЬ: Г.У. Казахбаева. Системный анализ. Методические указания по выполнению лабораторных работ для магистрантов специальности 6М070300 - Информационные системы – Алматы: АУЭС, 2016- 45 с.

Методические указания содержат задания к лабораторным работам, объяснение выполнения к ним, требования к содержанию и оформлению отчета к лабораторным работам, контрольные вопросы и перечень рекомендуемой литературы.

Методические указания предназначены для магистрантов специальности 6М070300 - Информационные системы

Библиог. - 5 назв.

Рецензент: ст.преп. Ургеншинбаев К.М.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2016г.

Содержание

Введение	4
1 Общие указания к выполнению лабораторных работ	4
1.1 Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	4
1.2 Требования к оформлению отчета	5
1.3 Завершение работы	5
2 Лабораторная работа № 1. Метод взвешивания экспертных оценок	5
2.1 Теоретические сведения	5
2.2 Варианты заданий	6
3 Лабораторная работа № 2. Метод парных и последовательных сравнений	9
3.1 Метод парных сравнений	10
3.2 Метод последовательных сравнений	11
3.3 Варианты заданий	12
4 Лабораторная работа № 3. Определение наилучшей альтернативы методом ранга.....	13
4.1 Варианты заданий	15
5 Лабораторная работа № 4. Определение наилучших альтернатив методом предпочтения.....	18
5.1 Теоретические сведения	18
5.2 Варианты заданий	20
6 Лабораторная работа № 5. Ранжирование проектов методом парных сравнений.....	23
6.1 Теоретические сведения	23
6.2 Варианты заданий	24
7 Лабораторная работа № 6. Определение наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе.....	26
7.1 Теоретические сведения	26
7.2 Варианты заданий	28
8 Лабораторная работа № 7. Определение наилучшей альтернативы методом полного попарного сопоставления.....	29
8.1 Теоретические сведения	29
8.2 Варианты заданий	32
Заключение.....	35
Список литературы	35

Введение

Предлагаемые методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системный анализ» разработаны в помощь магистрантам специальности 6М070300 - Информационные системы.

Основная цель, которая ставится магистранту при выполнении заданий, приобретение практических навыков в использовании методов экспертных оценок при решении неструктурированных проблем и применении их в практической деятельности.

В настоящих методических указаниях, с учетом кредитной технологии обучения, разработаны семь лабораторных работ по темам, изучаемым в рамках дисциплины «Системный анализ». Задания к лабораторным работам разработаны таким образом, чтобы магистранты могли бы их использовать при изучении дисциплин, входящих в комплекс постреквизитов.

В лабораторных работах указывается тема, дается краткий теоретический материал по теме лабораторной работы, приводится демонстрационный пример решения подобных задач, и затем даются индивидуальные для каждого задания варианты. Вариант задания определяется преподавателем.

В настоящей работе также разработаны общие требования к выполнению и защите лабораторных работ.

1 Общие указания к выполнению лабораторных работ

1.1 Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Перед выполнением лабораторной работы магистрант должен внимательно ознакомиться с ее описанием, изучить предлагаемый теоретический материал (при необходимости следует обратиться к дополнительным источникам информации) и подготовить бланк отчета, включающий титульный лист, установленной формы, цель работы, текст варианта задания, скриншоты экранов, содержащих этапы выполнения заданий и ответы на контрольные вопросы. Вариант задания выдается преподавателем.

Магистранты, не подготовленные к работе, к выполнению лабораторной не допускаются. В процессе выполнения работы на компьютере магистрант должен проанализировать полученные результаты и выполнить отчет по лабораторной работе. Отчет утверждается преподавателем, и если он не соответствует установленным требованиям, отчет возвращается магистранту для доработки.

Каждая лабораторная работа включает следующие виды работ:

- анализ условия задания и выработка подхода к его выполнению;
- определение последовательности выполнения задания;

- пошаговое выполнение задания;
- распечатка скриншотов экранов с результатами работы и их демонстрация.

1.2 Требования к оформлению отчета

Выполнив лабораторную работу, студент оформляет отчет, состоящий из следующих разделов:

- 1) № лабораторной работы, тема.
- 2) Цель работы и условия задания.
- 3) Последовательность выполнения варианта задания.
- 4) Написать программу на языке программирования, например, на C++, реализующую алгоритм применяемого метода экспертных оценок.
- 5) Скриншоты экранов с результатами выполнения задания.
- 6) Выводы.

1.3 Завершение работы

Сообщить преподавателю о выполненной работе. После разрешения на завершение работы приступить к сдаче тестов по выполненной работе.

2 Лабораторная работа № 1. Метод взвешивания экспертных оценок

Цель работы: изучить и применить метод взвешивания экспертных оценок.

2.1 Теоретические сведения

Оценку четырех целей Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 производят два эксперта \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 . В результате двух независимых экспертиз получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	0,5	0	0,33	0,17
\mathcal{E}_2	0,54	0,04	0,2	0,17

Определить оценки компетентности экспертов, используя таблицу:

\mathcal{E}_1 (руководитель отдела) $\rightarrow R_1 = 4,5$;

\mathcal{E}_2 (директор) $\rightarrow R_2 = 8$.

Вычислим относительные оценки компетентности экспертов:

$Z_1 = 4,5/12,5 = 0,36$;

$Z_2 = 8/12,5 = 0,64$.

Найдем искомые веса целей:

$$W_1 = 0,5 \cdot 0,36 + 0,54 \cdot 0,64 = 0,53; \quad W_2 = \dots = 0,02; \quad W_3 = \dots = 0,28;$$

$$W_4 = \dots = 0,17,$$

где сумма всех W_i должна равняться 1.

Получаем предпочтения целей: Z_1, Z_3, Z_4, Z_2 .

2.2 Варианты заданий

Для решения проблемы, связанной с невозможностью предоставления жилья иногородним студентам, была созвана группа экспертов из 4-х человек, где

- 1-й эксперт зав. лабораторией;
- 2-й — Ведущий инженер;
- 3-й — Директор;
- 4-й — Руководитель комплекса.

Предложено несколько альтернатив:

- 1) Частично оплачивать аренду.
- 2) Сделать пристройку к общежитию.
- 3) Снять многоквартирный дом и частично оплачивать жилье.

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице:

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	10	7	9
\mathcal{E}_2	3	4	5
\mathcal{E}_3	8	6	10
\mathcal{E}_4	4	2	7

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу:

- в Алматы износ кварталов старых зданий и памятников составляет уже около 30 процентов. Однако в бюджете города нет средств на реставрацию всех зданий. Двум экспертам для оценки предлагаются некоторые варианты решения денежной проблемы:

- выставить на торги некоторые старые здания всем платежеспособным лицам с обязательным условием отремонтировать, и содержать;
- ввести новый обязательный налог для горожан для накопления средств на ремонт старых и ветхих зданий;
- разрушить самые ветхие и износившиеся здания и на их месте построить зеленую зону города.

В результате независимых экспертиз получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,6	0,18	0,19
\mathcal{E}_2	0,2	0,7	0,12

где \mathcal{E}_1 - аким города;

\mathcal{E}_2 - главный архитектор города.

Оценки компетентности $R_1 = 6$, $R_2 = 9$.

В новом спальном районе столицы планируется на незастроенном месте

- сохранить зеленый массив;

- построить парк отдыха с аттракционами для детей;

- благоустроить пруд.

Выбором проекта занимаются два эксперта:

\mathcal{E}_1 — ведущий архитектор города;

\mathcal{E}_2 — специалист акимата.

Оценки компетентности $R_1 = 8$, $R_2 = 5$.

Получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,3	0,6	0,1
\mathcal{E}_2	0,1	0,6	0,3

Рассчитать методом взвешивания экспертных оценок наиболее предпочтительный проект.

Для решения проблемы, связанной с нехваткой жилья иногородним студентам, была созвана группа экспертов из 4-х человек .

Предложено несколько альтернатив:

- назначить доплату незаселенным студентам;

- построить новое общежитие;

- снять многоквартирный дом и частично оплачивать жилье.

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,5	0,3	0,2
\mathcal{E}_2	0,3	0,3	0,4

где \mathcal{E}_1 — комендант студенческого городка;

\mathcal{E}_2 — проректор по хозяйственной части.

Определить наилучшую альтернативу, если коэффициенты компетентности R_1 и R_2 равны 5,5 и 8,5 соответственно.

В результате эффективного использования иностранных инвестиций и грамотной политики предприятие получило значительную прибыль. Для решения проблемы выбора объекта, которому будут выделены средства на

развитие, выбраны два квалифицированных эксперта. Им предложены следующие цели:

- инвестирование строительного проекта;
- строительство спортивного комплекса для сотрудников на территории предприятия;
- заказ проекта корпоративного сайта.

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице весов целей

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,2	0,3	0,5
\mathcal{E}_2	0,3	0,3	0,4

где \mathcal{E}_1 — генеральный директор предприятия;

\mathcal{E}_2 — начальник отдела по управлению финансами.

Оценки компетентности, основанные на стаже работы, равны $R_1 = 9$ и $R_2 = 8,5$.

Профицит бюджета за первый квартал 2015 г. составил 7%. Эксперты проводят исследование для выбора сферы вложения бюджетных средств.

Важными для государства сферами использования бюджетных средств является:

- создание новых рабочих мест, запланированных к концу года;
- инвестиционная деятельность;
- модернизация и технологическое обновление промышленности;
- повысить заработные платы до запланированного на нынешний год уровня.

В результате проведения экспертизы получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	0,2	0,24	0,16	0,4
\mathcal{E}_2	0,4	0,25	0,1	0,25

где \mathcal{E}_1 — министр финансов;

\mathcal{E}_2 — президент страны.

Коэффициенты компетентности, основанные на стаже работы и знания решаемой проблемы, R_1 и R_2 соответственно равны 8 и 10

В результате успешной деятельности банка руководство стоит перед проблемой организации дальнейшего бесперебойного предоставления услуг населению, расширения, привлечения новых клиентов. Для этого экспертам поручено определить наиболее удачный вариант решения вопроса:

- открытие дополнительного филиала в городе;
- приобретение здания необходимого размера для перемещения банка и его расширения;

- введение круглосуточного режима работы, увеличение кадров.

В результате проведенных исследований получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,5	0,3	0,2
\mathcal{E}_2	0,45	0,25	0,3

где \mathcal{E}_1 — управляющий банком;

\mathcal{E}_2 — эксперт из Национального Банка.

Оценки компетентности соответственно равны 8 и 7 .

Определить наилучший вариант решения вопроса расширения для руководства.

Группа квалифицированных экспертов проводит оценку четырех вариантов по строительству торгового центра:

- достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;

- построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;

- построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами;

- построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом;

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице весов целей

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	0,3	0,37	0,23	0,1
\mathcal{E}_2	0,15	0,35	0,23	0,27

где \mathcal{E}_1 — главный архитектор столицы;

\mathcal{E}_2 — эксперт комитета по градостроительству;

\mathcal{E}_3 — руководитель проекта данной строительной компании.

Оценки компетентности соответственно равны 9, 8 и 7.

Определить наиболее выгодный план проекта.

Контрольные вопросы:

1) На какие классы делятся методы экспертных оценок?

2) В чем сущность метода взвешивания экспертных оценок?

3 Лабораторная работа № 2. Метод парных и последовательных сравнений

Цель работы: применить методы парных сравнений для определения наилучшей альтернативы.

3.1 Метод парных сравнений

Метод предусматривает использование эксперта, который проводит оценку целей. Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Согласно этому методу производятся парные сравнения целей во всех возможных сочетаниях. В каждой паре выделяется наиболее предпочтительная цель. И это предпочтение выражается с помощью оценки по какой-либо шкале. Обработка матрицы оценок позволяет найти веса целей, характеризующие их относительную важность. Одна из возможных модификаций метода состоит в следующем:

- составляется матрица бинарных предпочтений, в которой предпочтение целей выражается с помощью булевых переменных;
- определяется цена каждой цели путем суммирования булевых переменных по соответствующей строке матрицы.

Пример: в городе Алматы стоит проблема перегруженности дорог автотранспортом. Для решения транспортной проблемы предложены варианты ее решения.

Эксперт должен провести оценку 4-х альтернатив:

Z_1 — построить дополнительные ветки метро;

Z_2 — приобрести 2-х этажные автобусы;

Z_3 — расширить дорожную сеть - построить новые автомагистрали;

Z_4 — ввести скоростной трамвай.

1. Составим матрицу бинарных предпочтений:

Z_i / Z_j	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		1	1	1
Z_2	0		0	0
Z_3	0	1		1
Z_4	0	1	0	

2. Определим цену каждой цели (складываем по строкам)

$C_1=3; C_2=0; C_3=2; C_4=1$.

Эти числа уже характеризуют важность объектов. Нормируем, т.к. этими числами неудобно пользоваться.

3. Исковые веса целей.

$V_1=3/6=0,5; V_2=0; V_3=0,17$.

Проверка:

Получаем следовательно порядок предпочтения целей: Z_1, Z_3, Z_4, Z_2 .

Пример: сумма всех $V_i=1$, значит, решено верно.

Казахстанские авиалинии «Эйр Астана» получили возможность приобрести самолет Боинг 947 — встал вопрос об открытии новых направлений авиарейсов. Были предложены направления:

- 1) Дели.
- 2) Мадрид.

- 3) Гуанджоу.
- 4) Тель-Авиа.
- 5) Амстердам.

Z_i / Z_j	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Z_1		1	1	1	1
Z_2	0		0	0	0
Z_3	0	1		1	1
Z_4	0	1	0		1
Z_5	0	1	0	0	

где $Z_{1...j}$ — направления.

Определить наиболее выгодный рейс.

Выгодный рейс — рейс номер 1, т.к. искомый вес целей самый большой: 0,4.

3.2 Метод последовательных сравнений

Одна из возможных модификаций метода состоит в следующем:

1) Все цели располагаются в виде массива в порядке убывания их важности и назначаются предварительные оценки целей. При этом первая цель массива получает оценку 100, а остальным целям ставятся в соответствие оценки, отражающие их важность.

2) Первая цель массива сравнивается со всеми возможными комбинациями ниже стоящих целей по 2. В случае необходимости оценка первой цели корректируется. Вторая цель массива сравнивается со всеми возможными комбинациями ниже стоящих целей по 2. В случае необходимости оценка 2-ой цели корректируется и т.д.

3) Производится запись скорректированных оценок и расчет на их основе весов целей.

Пример: эксперт проводит оценку 4-х целей, которые связаны с решением транспортной проблемы (см. 2.3).

1. Расположим цели в виде массива и назначим предварительные оценки Z_1, Z_3, Z_4, Z_2 (я расположил это по интуиции).

Выставляем баллы: $p_1=100, p_3=60, p_4=40, p_2=10$.

2. Выполним сравнение целей и корректировку их оценок:

$Z_1 \Leftrightarrow (Z_3 \setminus Z_4)$;

$Z_1 \Leftrightarrow (Z_3 \setminus Z_2)$;

$Z_1 \Leftrightarrow (Z_4 \setminus Z_2)$;

$Z_3 \Leftrightarrow (Z_4 \setminus Z_2)$.

Построить метрополитен лучше, чем 3 и 4, но 3+4 дают 100, поэтому корректируем оценки:

$p_1=125, p_3=60$.

3. Запишем скорректируемые оценки и вычислим веса целей:

$p_1=125$; $p_3=60$; $p_4=40$; $p_2=10$.

$V_i=125/$ - сумма всех оценок= $0,54$; $V_3=0,25$; $V_4=0,17$; $V_2=0,04$.

Сумма всех V_i должна быть равна 1.

Получаем следовательно порядок предпочтения целей: Z_1, Z_3, Z_4, Z_2 .

3.3 Варианты заданий

Для продвижения товаров и услуг на рынке холдингу необходимо провести дополнительные рекламные мероприятия. Эксперт из отдела сбыта проводит анализ четырех вариантов решения этого вопроса :

- создание интернет-магазина;
- введение круглосуточного режима работы, увеличение кадров;
- открытие еще одного филиала;
- усилить рекламу в СМИ.

Оценки эксперта предложенных вариантов приведены в матрице:

Z_j	Z_2	Z_4	Z_3	Z_1
p_i	100	65	40	35

где $Z_{1...j}$ — цели.

Определить наиболее информативный способ расширения и рекламы.

1. В результате эффективного использования иностранных инвестиций и грамотной политики предприятие получило значительную прибыль. Руководитель и инвесторы утвердили эксперта для решения проблемы выбора объекта, которому будут выделены средства на развитие. Эксперту предложены следующие цели:

- строительство ФОК для сотрудников на территории предприятия;
- заказ проекта корпоративного сайта;
- инвестирование крупного строительного проекта.

Оценки эксперта предложенных целей приведены в матрице:

Z_i / Z_j	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1			
Z_2			
Z_3			

где $Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу.

2. В результате успешной деятельности банка и востребования его услуг руководство стоит перед проблемой организации дальнейшего бесперебойного предоставления услуг населению, расширения, привлечения новых клиентов. Для этого эксперту поручено определить наиболее удачный вариант решения вопроса:

- введение круглосуточного режима работы, увеличение кадров; Оценки эксперта предложенных целей приведены в матрице;
- открытие дополнительного филиала в городе;
- приобретение здания необходимого размера для перемещения банка и его расширения.

Z_j	Z_2	Z_3	Z_1
p_i	100	75	30

Определить наилучшую альтернативу.

3. Из республиканского и местных бюджетов выделены средства в сферу здравоохранения. Эксперт проводит оценку наиболее нуждающейся и важной сферы медицины для получения субсидий:

- строительство наркологического центра;
- открытие поликлиник в густонаселенных микрорайонах;
- установка дорогостоящего современного оборудования в специализированных центрах и диспансерах;
- замена всего оборудования, отработавшего нормативный срок, на новое.

Оценки эксперта предложенных вариантов приведены в матрице:

Z_j	Z_2	Z_3	Z_4	Z_1
p_i	100	68	40	33

где $Z_{1...j}$ — цели.

Определить наиболее важную цель.

Контрольные вопросы:

- 1) В чем заключается метод парных сравнений?
- 2) В чем заключается метод последовательных сравнений?
- 3) Для решения каких проблем используются эти методы и чем это обусловлено?

4 Лабораторная работа № 3. Определение наилучшей альтернативы методом ранга

Цель работы: изучить и применить метод ранга для поиска наилучшей альтернативы.

Пусть имеется m экспертов $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_m$ и n целей Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Оценку целей эксперты проводят, используя 10-бальную шкалу. Оценки могут быть как целыми, так и дробными. В этих условиях веса целей определяются следующим образом:

1) Составляется матрица оценок экспертов:

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	...	Z_n
\mathcal{E}_1	P_{11}	P_{12}	...	P_{1n}
\mathcal{E}_2	P_{21}	P_{22}	...	P_{2n}
...
\mathcal{E}_m	P_{m1}	P_{m2}	...	P_{mn}

2) $0 \leq p_{ij} \leq 10$ ($j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}$).

3) Составляется матрица нормированных оценок:

$$\omega_{ij} = p_{ij} / \sum_{j=1}^n p_{ij} \quad (j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}).$$

4) Вычисляются искомые веса целей:

$$\forall j = \overline{1, n}: \omega_j = \sum_{i=1}^m \omega_{ij} / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \omega_{ij}, \quad \sum_{i=1}^m \omega_i = 1.$$

Пример: найдем веса целей для случая $m = 2$ и $n = 6$.

1. Матрица оценок экспертов $\{p_{ij}\}$.

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	10	7	9	3	4	5
\mathcal{E}_2	8	6	10	4	2	7

2. Матрица нормированных оценок $\{\omega_{ij}\}$, $\sum_{j=1}^n p_{1j} = 38$; $\sum_{j=1}^n p_{2j} = 37$.

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	10/38	7/38	9/38	3/38	4/38	5/38
\mathcal{E}_2	8/37	6/37	10/37	4/37	2/37	7/37

3. Искомые веса целей:

$$\omega_1 = (10/38 + 8/37)/2 = 0,239; \quad \omega_2 = \dots = 0,173; \quad \omega_3 = \dots = 0,254;$$

$$\omega_4 = \dots = 0,093; \quad \omega_5 = \dots = 0,079; \quad \omega_6 = \dots = 0,16.$$

Пример: развивающаяся корпорация решила собрать группу из 4-х экспертов для анализа эффективности рекламы и выбора наиболее эффективного вида из нижеперечисленных:

- рекламные щиты;
- видео-ролик на телевидении;
- разместить рекламу в Internet.

Эксперты предложили оценки альтернатив:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	10	7	9
\mathcal{E}_2	3	4	5
\mathcal{E}_3	8	6	10
\mathcal{E}_4	4	2	7

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу: оплачивать жилье.

4.1 Варианты заданий

1. Группе экспертов из 2-х человек необходимо провести оценку четырех вариантов по строительству торгового центра:

- построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом;

- достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;

- построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;

- построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами.

Приведена матрица оценок экспертов:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	4	2	3	1
\mathcal{E}_2	3	1	4	2

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Найти оптимальный вариант проекта.

2. Была выбрана группа экспертов в составе 3-х человек для оценки объекта инвестирования. Предложены следующие варианты:

- вагоноремонтный завод;

- завод по бытовой техники;

- кондитерская фабрика «Столица»;

- мусороперерабатывающий завод;

- «Белкоммунмаш»;

- швейная фабрика «Алма».

Оценки экспертов прибыльности предприятий приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
\mathcal{E}_1	1	5	4	2	6
\mathcal{E}_2	3	4	1	6	5
\mathcal{E}_3	5	2	4	6	3

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наиболее перспективный объект инвестирования.

3. Финансовый анализ результатов экономической деятельности предприятия показал его неконкурентоспособность на рынке. Для выхода из сложившейся ситуации пригласили 4-х экспертов для помощи руководству.

Рассматриваются следующие варианты:

- провести санацию;
- объявить банкротом;
- выставить на продажу;
- ликвидировать предприятие.

Оценки экспертов предложенных вариантов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	2	3	4
\mathcal{E}_2	3	1	2
\mathcal{E}_3	1	4	3

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Выяснить оптимальный путь дальнейшего развития предприятия.

4. Для решения проблемы, связанной с нехваткой жилья иногородним студентам, была созвана группа экспертов из 3-х человек.

Предложено несколько альтернатив:

- выплачивать некоторую сумму;
- построить пристройку к общежитию;
- снять многоквартирный дом и частично оплачивать жилье.

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	1	2	3
\mathcal{E}_2	2	1	3
\mathcal{E}_3	2	3	1
\mathcal{E}_4	3	2	1

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу.

5. Для продвижения услуг и продукции предприятия группу из 3-х экспертов группа экспертов из отдела маркетинга должны оценить наиболее эффективный вариант мероприятия:

- создание корпоративного сайта и его продвижения в интернете;
- выпуск ежегодных каталогов услуг;
- выпуск периодического печатного издания;
- заказ мультимедиа презентации.

Оценки экспертов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	3	2	4	1
\mathcal{E}_2	1	4	3	2
\mathcal{E}_3	2	3	4	1

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Найти наиболее эффективный и выгодный вариант рекламной акции.

6. На совещании сената Республики Казахстан были сформулированы некоторые предложения, направленные на развитие экономики, укрепление финансовой стабильности в стране. Была создана группа экспертов для выбора наиболее важного курса проведения реформ:

- интеграция в мировые экономические системы;
- формирование эффективной финансовой системы;
- реструктуризация в сельском хозяйстве;
- стимулирование динамичного экономического роста;
- стимулирование малого и среднего бизнеса.

Оценки экспертов предложенных объектов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
\mathcal{E}_1	3	5	2	1	4
\mathcal{E}_2	2	3	1	4	5
\mathcal{E}_3	4	2	1	3	5
\mathcal{E}_4	3	5	2	1	4
\mathcal{E}_5	1	4	2	3	5

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наиболее необходимый курс реформирования.

7. Законодательные органы Казахстана решили создать вариант нового закона для поддержки начинающих частных предпринимателей. Были представлены следующие варианты проектов:

- не облагать предприятие налогами в течение 2-х лет;
- не облагать налогами на прибыль в течение 5 лет;
- предоставление льготных условий на получение кредита (льготный процент, значительная отсрочка погашения займа).

Оценки экспертов предложенных законопроектов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	1	2	3
\mathcal{E}_2	2	1	3
\mathcal{E}_3	2	3	1
\mathcal{E}_4	3	2	1

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу.

Контрольные вопросы:

- 1) В чем заключается метод ранга?
- 2) Для решения каких задач используется метод ранга и почему?

5 Лабораторная работа № 4. Определение наилучших альтернатив методом предпочтения

Цель работы: научиться применять метод предпочтения.

5.1 Теоретические сведения

Пусть имеется m экспертов: E_1, E_2, \dots, E_m и n целей: Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Каждый эксперт проводит оценку целей, пользуясь числами натурального ряда. Наиболее важной цели присваивается 1, менее важной -2 и т.д. В этих условиях веса целей определяются следующим образом:

- 1) Составляется исходная матрица предпочтений

\mathcal{E}_i/Z_j	Z_1	Z_2	...	Z_n
\mathcal{E}_1	k_{11}	k_{12}	...	k_{1n}
\mathcal{E}_2	k_{21}	k_{22}	...	k_{2n}
...
\mathcal{E}_m	k_{m1}	k_{m2}	...	k_{mn}

- 2) $1 \leq k_{ji} \leq N$, ($j = \overline{1, n}$, $i = \overline{1, m}$).

- 3) Составляется модифицированная матрица предпочтений. С оценками

$$K_{ji} = N - k_{ij} \quad (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}).$$

- 4) Находятся суммарные оценки предпочтений по каждой j – й цели:

$$K_{ij} = \sum_{i=1}^m k_{ji}.$$

- 5) Вычисляются исходные веса целей

$$\omega_j = K_j / \sum_{j=1}^n K_j, \quad \omega_j = K_j / \sum_{j=1}^n K_j, \quad \text{где } \sum_{j=1}^n \omega_j = 1.$$

Пример: найдем веса целей методом предпочтения для случая: $m = 2$ и $n = 6$ (т.е. 2 эксперта и 6 целей).

1. Исходная матрица предпочтений:

\mathcal{E}_i / Z_j	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	1	3	2	6	5	6
\mathcal{E}_2	2	4	1	5	6	3

$$N = \max \{k_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}\} = 6.$$

2. Модифицированная матрица предпочтения:

\mathcal{E}_i / Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	5	3	4	0	1	2
\mathcal{E}_2	4	2	5	1	0	3
m $\sum_{i=1} K_{ij}$	9	5	9	1	1	5

3. Суммарные оценки предпочтения: $\{K_j\}$

$K_1 = 9$; $K_2 = 5$; $K_3 = 9$;

$K_4 = 1$; $K_5 = 1$; $K_6 = 5$.

4. Искомые веса целей:

$\omega_1 = 9/30$ сумма всех оценок = 0,3; $\omega_2 = 5/30 = 0,166$; $\omega_3 = 9/30 = 0,3$

$\omega_4 = 1/30 = 0,033$; $\omega_5 = 1/30 = 0,033$; $\omega_6 = 5/30 = 0,166$.

Пример: группе экспертов из 2-х человек нужно провести оценку четырех вариантов по строительству супермаркета:

- достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;

- построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;

- построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами;

- построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом.

Оценки экспертов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j / Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	4	2	3	1
\mathcal{E}_2	3	1	4	2

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Найти оптимальный вариант проекта.

Результаты расчетов: 0,222222; 0,277778; 0,166667; 0,333333.

Вывод: учитывая максимальное значение 4-го значения весов целей: 0,333333, самым оптимальным будет 4-ый вариант, а именно: построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом.

5.2 Варианты заданий

Группа экспертов из 3-х человек проводит оценку четырех вариантов по строительству торгового центра:

- достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;

- построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;

- построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами;

- построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом.

Оценки экспертов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	4	2	3	1
\mathcal{E}_2	3	1	4	2
\mathcal{E}_3	1	4	2	3

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Найти оптимальный вариант проекта.

1. Выбрана группа экспертов в составе 3-х человек для выбора объекта инвестирования. Были предложены варианты:

- автомобильный завод;

- завод бытовой техники;

- кондитерская фабрика;

- вагоноремонтный завод;

- ресторан;

- швейная фабрика.

Оценки экспертов прибыльности предприятий приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	1	5	4	2	6	3
\mathcal{E}_2	3	4	1	6	5	2
\mathcal{E}_3	5	2	4	6	3	1

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наиболее перспективный объект инвестирования.

2. Анализ результатов экономической деятельности некоторого предприятия показал его неконкурентоспособность на рынке. Выбраны 4 эксперта для помощи руководству принять решение о выходе из сложившейся ситуации. Рассматриваются следующие варианты:

- ликвидировать предприятие;
- выставить на продажу;
- объявить банкротом;
- провести санацию.

Оценки экспертов предложенных вариантов приведены в матрице:

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	2	3	4	1
\mathcal{E}_2	3	1	2	4
\mathcal{E}_3	1	4	3	2

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Выяснить оптимальный путь дальнейшего развития предприятия.

3. Для решения проблемы, связанной с невозможностью предоставления жилья иногородним студентам, была созвана группа экспертов из 4-х человек.

Предложено несколько альтернатив:

- построить пристройку к общежитию;
- снять многоквартирный дом и частично оплачивать жилье;
- назначить доплату незаселенным студентам.

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице:

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	1	2	3
\mathcal{E}_2	2	1	3
\mathcal{E}_3	2	3	1
\mathcal{E}_4	3	2	1

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу.

4. Правительство приняло решение выделить денежные средства из бюджета наиболее важному социальному объекту. Для выделения самого приоритетного была создана комиссия из 5-и экспертов и рассмотрены предложенные варианты:

- разбить парк отдыха;
- построить теннисные корты;
- построить телебашню;
- реконструировать центральную площадь;
- построить библиотеку.

Оценки экспертов предложенных объектов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
\mathcal{E}_1	1	3	2	5	4
\mathcal{E}_2	2	3	1	4	5
\mathcal{E}_3	4	2	1	3	5
\mathcal{E}_4	3	5	2	1	4
\mathcal{E}_5	1	4	2	3	5

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу.

5. Для распространения информации об услугах и продукции лаборатории и дополнительной рекламы группа из 3-х экспертов группа экспертов из отдела маркетинга должны оценить наиболее эффективный вариант мероприятия:

- заказ мультимедиа презентации;
- выпуск периодического печатного издания;
- выпуск ежегодных каталогов услуг;
- создание корпоративного сайта.

Оценки экспертов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	3	2	4	1
\mathcal{E}_2	1	4	3	2
\mathcal{E}_3	2	3	4	1

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ - проекты.

Найти наиболее эффективный и выгодный вариант рекламной акции.

6. Группе экспертов необходимо определить вариант нового закона, вводимого для поддержки начинающих частных предпринимателей. Были представлены следующие варианты проектов:

- предоставление льготных условий на получение кредита (льготный процент, значительная отсрочка погашения займа);
- не облагать предприятие налогами в течение 2-х лет;
- не облагать налогами на прибыль в течение 5 лет.

Оценки экспертов предложенных законопроектов приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	1	2	3
\mathcal{E}_2	2	1	3
\mathcal{E}_3	2	3	1
\mathcal{E}_4	3	2	1

где $\mathcal{E}_{1..i}$ — эксперты;

$Z_{1..j}$ — проекты.

Определить наилучшую альтернативу.

Контрольные вопросы:

1) Сущность метода предпочтения?

2) На какие классы делятся методы экспертных оценок?

6 Лабораторная работа № 5. Ранжирование проектов методом парных сравнений

Цель работы: изучить и использовать для решения неструктурированных проблем метод ранжирования проектов методом парных сравнений.

6.1 Теоретические сведения.

Пусть имеется m экспертов $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_m$ и n проектов $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$, подлежащих оценке. Для определенности будем считать, что 4 эксперта оценивают важность 4-х проектов $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$. Рассмотрим метод экспертных оценок, позволяющий ранжировать проекты по их важности:

1) Эксперты осуществляют попарное сравнение проектов, оценивая их важность в долях единицы.

\mathcal{E}_j	$\pi_1 \Leftrightarrow \pi_2$		$\pi_1 \Leftrightarrow \pi_3$		$\pi_1 \Leftrightarrow \pi_4$		$\pi_2 \Leftrightarrow \pi_3$		$\pi_2 \Leftrightarrow \pi_4$		$\pi_3 \Leftrightarrow \pi_4$	
\mathcal{E}_1	0,4	0,6	0,65	0,35	0,5	0,5	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4
\mathcal{E}_2	0,3	0,7	0,55	0,45	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4
\mathcal{E}_3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5
\mathcal{E}_4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7	0,3	0,7	0,3
Σ	1,6	2,4	2,2	1,8	2,4	1,6	2,4	1,6	2,6	1,4	2,4	1,6

2) Находятся оценки, характеризующие предпочтение одного из проектов над всеми прочими проектами

$$F(\pi_1) = 1,6 + 1,2 + 2,4 = 6,2;$$

$$F(\pi_2) = 2,4 + 2,4 + 2,6 = 7,4;$$

$$F(\pi_3) = 1,8 + 1,6 + 2,4 = 5,8;$$

$$F(\pi_4) = 1,6 + 1,4 + 1,6 = 4,6.$$

3) Вычисляются веса проектов:

$$\omega_1=6.2:24= 0,26; \omega_2 =7.4:24= 0,31; \omega_3 =5.8:24= 0,24; \omega_4 = 4.6:24=0,19$$

Полученные веса позволяют ранжировать проекты по их важности $\Pi_2, \Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$ - результат решения.

Пример: отобрана группа экспертов в составе 4-х человек для выбора объекта инвестирования. Были предложены проекты:

- строительство автомобильного завода «КИА»;
- строительство бытовой техники «Элмо»;
- кондитерская фабрика «Рахат»;
- швейная фабрика «Новинка».

Эксперты оценивают выгодность проектов в долях единицах:

\mathcal{E}_j	$\Pi_1 \Leftrightarrow \Pi_2$		$\Pi_1 \Leftrightarrow \Pi_3$		$\Pi_1 \Leftrightarrow \Pi_4$		$\Pi_2 \Leftrightarrow \Pi_3$		$\Pi_2 \Leftrightarrow \Pi_4$		$\Pi_3 \Leftrightarrow \Pi_4$	
\mathcal{E}_1	0,4	0,6	0,65	0,35	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4	0,5	0,5
\mathcal{E}_2	0,3	0,7	0,55	0,45	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4
\mathcal{E}_3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7	0,3
\mathcal{E}_4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,3	0,7	0,3	0,6	0,4

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$\Pi_{1...j}$ — проекты.

Необходимо определить наиболее перспективный объект инвестирования.

Результат оценки вариантов:

Искомые веса целей:

$$\omega_1= 0,26, \omega_2= 0,31, \omega_3= 0,24, \omega_4= 0,19.$$

Следовательно результат оценки экспертов : $\Pi_2, \Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$.

6.2 Варианты заданий

Крупное предприятие решает расширить свою деятельность посредством импорта автомобилей. Для этой цели необходимо определить, какие марки автомобилей необходимо ввозить и по какой цене. Для этого проводятся маркетинговые исследования населения, результаты которого оценивают 4-е эксперта:

1) Z_1 — импортировать зарубежные дорогие и редкие марки (2007-2010 гг выпуска и запчасти к ним).

2) Z_2 — импортировать дорогие европейские марки и запчасти к ним.

3) Z_3 — организовать доставку машин, ориентируясь на среднеобеспеченных клиентов.

4) Z_4 — закупать б/у японские автомобили до 2007 года выпуска.

Матрица попарного сравнения альтернатив приведена ниже:

\mathcal{E}_j	$Z_1 \Leftrightarrow Z_2$		$Z_1 \Leftrightarrow Z_3$		$Z_1 \Leftrightarrow Z_4$		$Z_2 \Leftrightarrow Z_3$		$Z_2 \Leftrightarrow Z_4$		$Z_3 \Leftrightarrow Z_4$	
\mathcal{E}_1	0,6	0,4	0,35	0,65	0,5	0,5	0,4	0,6	0,3	0,7	0,4	0,6
\mathcal{E}_2	0,7	0,3	0,45	0,55	0,4	0,6	0,3	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6
\mathcal{E}_3	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5
\mathcal{E}_4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3	0,7	0,3	0,7

где $\mathcal{E}_{1..i}$ — эксперты;

$Z_{1..j}$ — объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

1. Предприятие по сборке бытовой техники принимает решение расширить производство, для чего необходимы некоторые денежные средства. Для выбора источника финансирования директор приглашает группу экспертов из 3-х человек, которые оценивают ниже перечисленные варианты:

- 1) Z_1 — привлечь инвесторов.
- 2) Z_2 — взять кредит в банке/ у финансового консультанта.
- 3) Z_3 — создать дистрибьютерскую сеть в соседнем городе.
- 4) Z_4 — выпустить дополнительную торговую точку в своем городе.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

2. Компания мобильной связи Теле 2 с целью увеличения количества абонентов объявила конкурс среди сотрудников: конкурс идеи для достижения этой цели среди сотрудников. Наиболее перспективные проекты были вынесены на оценку 2-х экспертов:

- 1) Z_1 — бесплатные разговоры внутри сети.
- 2) Z_2 — подарки каждому новому (10-му абоненту).
- 3) Z_3 — льготы тем, кто привел друзей.
- 4) Z_4 — продажа телефонов в рассрочку.
- 5) Z_5 — каждому новому абоненту — 60 минут звонков по городу бесплатно.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

3. Акимат города решил организовать мероприятие по озеленению центра города. Для этого была отобрана группа экспертов в составе 4-х человек для выбора наилучшего проекта из предложенных:

- 1) Z_1 — повесить на столбы кашпо с цветами.
- 2) Z_2 — поставить искусственные деревья.
- 3) Z_3 — посадить деревья.
- 4) Z_4 — разбить клумбы с цветами.
- 5) $Z_{1..j}$ — объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

4. Руководство университета выделило деньги на техническое переоснащение аудиторий. Для этого администрация пригласила группу экспертов из 5-ти человек, которые оценивают ниже перечисленные варианты:

- 1) Z_1 — оснастить аудитории новыми телевизорами.
- 2) Z_2 — купить новые компьютеры в компьютерные классы.
- 3) Z_3 — купить новое оборудование в лингвистический кабинет.
- 4) $Z_{1...j}$ — объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

5. Предприятию необходимо набрать сотрудников в новый отдел. Чтобы выбрать будущих работников, директор приглашает группу экспертов из 4-х человек, которым необходимо оценить ниже перечисленные варианты:

- 1) Z_1 — провести конкурс среди студентов, заканчивающих вуз.
- 2) переманить лучших сотрудников конкурентов.
- 3) Z_2 — найти сотрудников через Агенства по трудоустройству .
- 4) Z_3 — своих сотрудников других отделов отправить на

переквалификацию.

- 5) $Z_{1...j}$ — объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

6. У корпорации появилась необходимость в автоматизации задачи управления проектами. Для выбора самой подходящей системы создали группу экспертов из 5 человек.

Предстоит выбрать:

- 1) Z_1 — MS Project.
- 2) Z_2 — Zoho Projects.
- 3) Z_3 — Easy Redmine.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

Контрольные вопросы:

- 1) Привести алгоритм метода парных сравнений для ранжирования проектов
- 2) На какие классы делятся методы экспертных оценок?
- 3) Для решения каких задач используются методы экспертных оценок?

7 Лабораторная работа № 6. Определение наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе

Цель работы: изучить и применить метод поиска наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе.

7.1 Теоретические сведения

Рассмотрим принцип Кондорсе, основываясь на результатах частных ранжирований альтернатив: a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 .

Эксперты осуществляют частное ранжирование всех 5 альтернатив:

\mathcal{E}_1	\mathcal{E}_2	\mathcal{E}_3	\mathcal{E}_4	\mathcal{E}_5
a_1	a_1	a_1	a_2	a_2
a_3	a_2	a_2	a_3	a_4
a_2	a_4	a_5	a_1	a_3
a_5	a_3	a_3	a_5	a_1
a_4	a_5	a_4	a_4	a_5

1. Находятся оценки m_{ik} , характеризующие предпочтение альтернатив в парных предпочтениях:

m_{ik}	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1		3	3	4	5
a_2	2		4	5	5
a_3	2	1		3	4
a_4	1	0	2		2
a_5	0	0	1	3	

2. Выполняются проверки согласно принципу Кондорсе: наилучшей является альтернатива a_i , если $m_{ik} \geq m_{ki}$ для всех k , не равных i .

$K = 4$, $m_{14} \geq m_{41}$, $4 > 1$ — выполняется, т.е. правилу Кондорсе удовлетворяет только альтернатива a_1 .

3. Выбирается альтернатива Кондорсе. Это a_1 .

Пример: администрация города приняла решение выделить денежные средства из бюджета наиболее важному социальному объекту. Для выделения самого приоритетного варианта была создана группа из 4-х экспертов; были предложены следующие варианты к анализу:

- построить дом творческого развития детей;
- построить спортивный комплекс;
- построить дом ветеранов;
- реконструировать парк отдыха;
- отремонтировать публичную библиотеку.

Эксперты осуществляют ранжирование альтернатив:

m_{ik}	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1		3	3	4	5
a_2	2		4	5	5
a_3	2	1		3	4
a_4	1	0	2		2
a_5	0	0	1	3	

где $\mathcal{E}_{1..i}$ — эксперты;

$a_{1..j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

7.2 Варианты заданий

Руководство предприятия решило повысить эффективность пожарной системы на предприятиях. Была создана группа экспертов из 5 человек для выбора наилучшего варианта:

- проверить готовность работников предприятия к ЧС;
- установить новую противопожарную систему;
- выдать каждому отделу предприятия огнетушитель;
- обновить пожарную систему.

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$a_{1...j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

1. Акимат области района решил помочь многодетным семьям. Была собрана группа экспертов для выбора наилучшей альтернативы.

- выделить путевки в санатории и дома отдыха;
- отправить детей на оплачиваемые акиматом курсы для получения специальности;
- выдать материальную помощь семьям в размере 5 минимальных окладов.

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$a_{1...j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

2. Для реконструкции одного из районов Алматы решили снести ветхие дома жилого сектора и построить на этом месте многоэтажный дом. «Жилстрой» столкнулся с проблемой расселения жильцов старых домов. Собрали группу экспертов для выбора лучшей альтернативы:

- расселить по районным центрам, но с лучшими жилищными условиями;
- выделить деньги жильцам для покупки квартиры;
- на время постройки поселить людей в общежитии с последующим расселением в новый дом.

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$a_{1...j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

3. КСК выделены деньги для повышения безопасности жильцов района. Для выбора лучшего варианта собрана группа экспертов. Возможные альтернативы:

- подключить квартиры к сигнализации;
- поставить в квартирах видеокамеры;
- поставить железные двери при входе на лестничную площадку;
- поставить кодовые двери в подъезды.

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$a_{1...j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

4. В связи с появлением на рынке труда фальшивых, поддельных дипломов государство решило выработать меры борьбы.

Была собрана группа экспертов для выбора лучших средств борьбы:

- вести более строгий учет чистых бланков, выдаваемых вузам;
- ввести новую систему водяных знаков на бланках;
- обязать принимающих на работу убеждаться в подлинности диплома.

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$a_{1...j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

5. Развивающаяся корпорация решила организовать клуб отдыха для своих сотрудников. Перед экспертами стоит задача выбора наилучшей альтернативы:

- арендовать спортивный комплекс;
- арендовать дом отдыха;
- арендовать гольф-клуб;
- арендовать конный клуб.

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$a_{1...j}$ — альтернативы.

Определить наилучшую альтернативу.

Контрольные вопросы:

- 1) В чем сущность метода Кондорсе?
- 2) Привести алгоритм, реализующий метод Кондорсе для оценки альтернатив

8 Лабораторная работа № 7. Определение наилучшей альтернативы методом полного попарного сопоставления

Цель работы: применить метод полного попарного сопоставления для определения наилучшей альтернативы.

8.1 Теоретические сведения

Постановка задачи: m экспертов должны оценить $\mathcal{E}_1... \mathcal{E}_m$ и N целей Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Каждый эксперт проводит попарное сопоставление целей в прямом и обратном направлениях, формируя матрицу предпочтения целей, причем общее число суждений эксперта определяется формулой

$$L = n \cdot (n-1).$$

Порядок действия определяется следующим образом:

1) Заполняются матрицы частот, причем каждый эксперт заполняет свою матрицу.

Частоты характеризуют предпочтение одной цели над другой.

	Z_1	Z_2	...	Z_n
i				
1		$f(Z_1/Z_2)_i$..	$f(Z_1/Z_n)_i$
2	$f(Z_2/Z_1)_i$...	$f(Z_2/Z_n)_i$
..
n	$f(Z_n/Z_1)_i$	$f(Z_n/Z_2)_i$		

где $f(Z_1/Z_2)_i$ – функция предпочтения цели Z_1 над Z_2 i -го эксперта

2) Определяются оценки предпочтений:

$$\forall k: f_{ki} = \sum_{j=1}^n f(Z_k/Z_j)_i, \quad (k = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}).$$

3) Определяются нормированные оценки:

$$\forall_{ki} = f_{ki}/N \text{ для } \forall k = \overline{1, n}, \forall i = \overline{1, m},$$

$$N = n \cdot (n-1).$$

4) Вычисляются искомые веса целей:

$$\omega_k = \sum_{i=1}^m v_{ki} / \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m v_{ki}, \quad \sum_{k=1}^n \omega_k = 1.$$

Пример: найдем веса целей методом полного попарного сопоставления для случая, когда число экспертов $m = 2$, а число целей $n = 6$, размер шкалы $L = 6 \cdot 5 = 30$. Значение $29/30$ означает, что в 29 из 30 случаев отдается предпочтение цели Z_j .

1.

Ξ_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
Z_1		29/30	27/30	1	1	29/30
Z_2	1/30		1/30	1	29/30	21/30
Z_3	3/30	28/30		1	29/30	29/30
Z_4	0	1/30	1/30		1/30	0
Z_5	1/30	0	1/30	23/30		1/30
Z_6	1/30	4/30	1/30	1	28/30	

2.

$\mathbf{Э}_2$	\mathbf{Z}_1	\mathbf{Z}_2	\mathbf{Z}_3	\mathbf{Z}_4	\mathbf{Z}_5	\mathbf{Z}_6
\mathbf{Z}_1		28/30	1/30	29/30	1	26/30
\mathbf{Z}_2	1/30		0	29/30	29/30	2/30
\mathbf{Z}_3	1	1		1	1	29/30
\mathbf{Z}_4	1/30	0	0		27/30	1/30
\mathbf{Z}_5	0	1/30	1/30	2/30		0
\mathbf{Z}_6	5/30	29/30	1/30	29/30	1	

3. Оценки предпочтений:

$f_{11} = 145/30$; $f_{12} = 114/30$; $f_{21} = 82/30$; $f_{22} = 61/30$; $f_{31} = 119/30$; $f_{32} = 149/30$;
 $f_{41} = 3/30$; $f_{42} = 29/30$; $f_{51} = 32/30$; $f_{52} = 4/30$; $f_{61} = 64/30$; $f_{62} = 94/30$.

4. Нормированные оценки. $N = n*(n-1) = 6*5 = 30$, n – количество целей.

$V_{11} = 145/30/30$, $V_{12} = 114/30/30$, $V_{21} = 88/30/30$, $V_{22} = 61/30/30$;

$V_{31} = 119/30/30$, $V_{32} = 149/30/30$, $V_{41} = 3/30/30$, $V_{42} = 29/30/30$;

$V_{51} = 32/30/30$, $V_{52} = 4/30/30$, $V_{61} = 64/30/30$, $V_{62} = 99/30/30$.

5. Искомые веса целей:

$\omega_1 = (145/900 + 114/900)/902/900 = 0,287$;

$\omega_2 = \dots = 0,165$, $\omega_3 = \dots = 0,297$, $\omega_4 = \dots = 0,035$, $\omega_5 = \dots = 0,04$;

$\omega_6 = \dots = 0,175$.

Пример: финансовый анализ результатов экономической деятельности предприятия показал его неконкурентоспособность на рынке. Выбрали 2-х экспертов для помощи руководству принять решение о выходе из сложившейся ситуации. Следующие варианты были приняты к рассмотрению:

- 1) Провести санацию.
- 2) Объявить банкротом.
- 3) Выставить на продажу.
- 4) Ликвидировать предприятие.

Оценки экспертов предложенных вариантов приведены в матрице (размер шкалы 30):

$\mathbf{Э}_1$	\mathbf{Z}_1	\mathbf{Z}_2	\mathbf{Z}_3	\mathbf{Z}_4
\mathbf{Z}_1		29/30	27/30	1
\mathbf{Z}_2	1/30		2/30	1
\mathbf{Z}_3	3/30	28/30		1
\mathbf{Z}_4	0	0	0	

$\mathbf{Э}_2$	\mathbf{Z}_1	\mathbf{Z}_2	\mathbf{Z}_3	\mathbf{Z}_4
\mathbf{Z}_1		28/30	1/30	29/30
\mathbf{Z}_2	2/30		0	29/30
\mathbf{Z}_3	29/30	1		1
\mathbf{Z}_4	1/30	1/30	0	

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — проекты.

Определить оптимальный вариант дальнейшего развития предприятия.

8.2 Варианты заданий

Министерство образования решило изменить порядок зачисления в высшие учебные заведения. После проведения «мозговой атаки» на суд 3-х экспертов предложены следующие варианты:

1) Z_1 — принимать пакет документов(характеристики, аттестат, эссе, и т.д.) через Internet.

2) Z_2 — засчитывать результаты выпускных экзаменов.

3) Z_3 — централизованное тестирование.

4) Z_4 — вступительные экзамены.

Матрицы попарного сопоставления альтернатив приведены ниже (размер шкалы 20):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		18/20	1/20	12
Z_2	2/20		7/20	16/20
Z_3	19/20	13/20		3/20
Z_4	8/20	4/20	17/20	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		17/20	4/20	10/20
Z_2	3/20		5/20	17/20
Z_3	16/20	15/20		2/20
Z_4	10/20	3/20	18/20	

\mathcal{E}_3	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		19/20	3/20	11/20
Z_2	1/20		6/20	18/20
Z_3	17/20	14/20		0
Z_4	9/20	2/20	1/20	

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

1. Перед выборами центру «Политических и экономических исследований» надо решить вопрос, что должно быть наиболее приоритетным в предвыборной компании, чтобы получить успех среди избирателей. Группе экспертов из 2-х человек были предложены следующие варианты:

1) Z_1 — экономическое развитие.

2) Z_2 — внешнеполитическая ориентация (ЕС и Россия).

3) Z_3 — решение социальной проблемы и социальная защита граждан.

4) Z_4 — реформирование политической системы.

Матрицы попарного сопоставления альтернатив приведены ниже (размер шкалы 15):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		8/15	1/15	14/15
Z_2	7/15		10/15	17/15
Z_3	14/15	5/15		3/15
Z_4	1/15	8/15	12/15	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		7/15	3/15	13/15
Z_2	8/15		8/15	8/15
Z_3	12/15	17/15		2/15
Z_4	2/15	7/15	13/15	

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — объекты экспертизы.

Определить наименее предпочтительный вариант.

2. Телеканал «Алматы» принял проект нового телевизионного шоу «в реальном времени», в связи с чем встал вопрос выделения эфирного времени. Двум теле — экспертам были предложены следующие альтернативы:

1) Z_1 — показывать ежедневный «дневник дня» и большую программу в субботу вечером.

2) Z_2 — показывать наиболее интересные беседы 20 мин. 3 раза в день с понедельника по пятницу.

3) Z_3 — сформировать своеобразные сборники за неделю и пускать в вечернем эфире по выходным дням.

Матрицы попарного сопоставления альтернатив приведены ниже (размер шкалы 16):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		13/16	1/16
Z_2	3/16		7/16
Z_3	15/16	9/16	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		11/16	4/16
Z_2	5/16		5/16
Z_3	12/16	11/16	

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты;

$Z_{1...j}$ — объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

3. Акимат города столкнулся с проблемой некупаемости общественного транспорта.

Для решения этой проблемы созвали комиссию в составе 3-х экспертов, предложив им проанализировать возможные варианты ее решения:

1) Z_1 - снизить количество рейсов за счет изменения и удлинения маршрутов.

2) Z_2 - повысить стоимость проезда.

3) Z_3 - заменить часть автобусов маршрутным такси.

4) Z_4 - увеличить транспортный налог.

Матрица попарного сопоставления альтернатив приведена ниже, размер шкалы 12):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		8/12	3/12	1
Z_2	4/12		7/12	6/12
Z_3	9/12	5/12		3/12
Z_4	11/12	6/12	9/12	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		7/12	1	3/12
Z_2	5/12		5/12	7/12
Z_3	0	7/12		2/12
Z_4	9/12	5/12	10/12	

\mathcal{E}_3	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		9/12	1	2/12
Z_2	3/12		6/12	8/12
Z_3	0	6/12		1/12
Z_4	10/12	4/12	11/12	

где $\mathcal{E}_{1...i}$ - эксперты;

$Z_{1...j}$ - объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

4. В областных городах и поселках плохо развита коммуникационная сеть. Областной акимат принял решение улучшить состояние связи, для чего предложил несколько проектов решения этой проблемы их комиссии из 2-х экспертов:

1) Z_1 - сделать более доступной мобильную связь, введя специальные областные тарифные планы.

2) Z_2 - увеличить количество телефонных станций.

3) Z_3 - оснастить населенные пункты терминалами.

Матрица попарного сопоставления альтернатив приведена ниже (размер шкалы 18):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		13/18	1/18
Z_2	5/18		7/18
Z_3	17/18	11/18	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		11/18	4/18
Z_2	7/18		5/18
Z_3	14/18	13/18	

где $\mathcal{E}_{1...i}$ – эксперты;

$Z_{1...j}$ - объекты экспертизы.

Определить наиболее предпочтительный вариант.

Контрольные вопросы:

- 1) Привести алгоритм метода полного попарного сопоставления.
- 2) На какие классы делятся методы экспертных оценок?
- 3) Для решения каких задач используются методы экспертных оценок?

Заключение

В представленной разработке основной акцент сделан на активную работу магистрантов при выполнении ими лабораторных работ. Теоретический материал и разобранные примеры решения задач позволяют самостоятельно изучить материал и успешно выполнить задания.

В результате выполнения лабораторных работ магистрантами приобретаются навыки решения неструктурированных проблем.

Список литературы

1 Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении - М.: Финансы и статистика, 2009

2 Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ М.: «Дашков и К», 2010, 2012.

3 Качала В.В. Теории систем и системный анализ - М.: «Академия», 2013.

4 Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа - М.: «Горячая линия –Телеком», 2007, 2012.

5 Системный анализ. Конспект лекций. - А.: «АУЭС», 2013.

Гульжан Ускенбаевна Казахбаева

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Методические указания для выполнения лабораторных работ
для магистрантов специальности
6М070300 - Информационные системы

Редактор Л.Т. Сластихина

Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать ____ . ____ . ____

Тираж 10 экз.

Объем 2,3 уч.-изд.л.

Формат 60x84 1/16

Бумага типографская №1

Заказ ____ . Цена 1125 тенге.

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013 Алматы, Байтурсынова, 126

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ
Кафедра «Информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР
С. В. Коньшин

«___» _____ 2016 г.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для магистрантов специальности
6М070300 - Информационные системы

СОГЛАСОВАНО
И.о. начальника УМО
_____ Р.Р. Мухамеджанова
«___» _____ 2016 г.

Председатель УМК
_____ Б.К. Курпенов
_____ 2016 г.

Редактор

«___» _____ 2016 г.

Специалист по стандартизации

«___» _____ 2016 г.

Рассмотрено и одобрено на
заседании кафедры ИС
Протокол № _____ 2016 г.
Зав. кафедрой ИС
_____ Ш.И.Имангалиев

Составители (разработчики):
_____ Г.У. Казахбаева

Алматы 2016