

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**Кафедра автоматизации обработки информации (АОИ)**

## **МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Методические указания к лабораторным работам  
и организации самостоятельной работы  
для студентов заочного обучения направления  
«Государственное и муниципальное управление»  
(уровень бакалавриата)

**Турунтаев Леонид Петрович**

Методы принятия управленческих решений: Методические указания к лабораторным работам и организации самостоятельной работы для студентов заочного обучения направления «Государственное и муниципальное управление» (уровень бакалавриата) / Л.П.Турунтаев. – Томск, 2018. – 34 с.

## Оглавление

1 Введение.....	4
2 Методические указания к проведению лабораторных работ.....	5
2.1 Лабораторная работа «Моделирование и решение задач управления векторной оптимизации».....	5
2.2 Лабораторная работа «Моделирование и решение многокритериальных задач принятия решений в условиях определенности. Иерархическая процедура Саати».....	13
2.3 Лабораторная работа «Задачи принятия решений в условиях риска и неопределенности».....	20
3 Методические указания для организации самостоятельной работы.....	28
3.1 Общие положения.....	28
3.2 Проработка лекционного материала.....	29
3.3 Подготовка к лабораторным работам.....	30
3.4 Самостоятельное изучение тем теоретической части курса.....	30
4 Рекомендуемая литература.....	34

## 1 Введение

Данное руководство предназначено для выполнения лабораторных работ и изучения тем теоретической части курса, выносимых на самостоятельное освоение, по дисциплине «Методы принятия управленческих решений» с целью закрепления знаний поиска решения задач, возникающих в системах организационного управления. Методологической основой поиска решений является математическое моделирование деятельности объектов и субъектов управления.

В лабораторных работах рассматриваются формализованные процедуры оценки и принятия решений для хорошо- и слабоструктуризованных задач выбора. Хорошо структуризованные задачи (проблемы) многовариантны по существу, но поскольку четко поддаются формализации и описанию в терминах количественных переменных, то могут быть однозначно решены с помощью построения и оптимизации детерминированной математической модели. Для задач другого плана, в которых необходимо учитывать особенности внешнего воздействия на задачу принятия решений, присущ субъективный характер используемых моделей субъекта управления. Математические модели строятся с учетом мнений лица, принимающего решения. Вопросы, связанные с моделированием предпочтений субъекта управления и описанием формализованных процедур оценки и принятия решений для многокритериальных задач выбора в условиях риска и неопределенности, рассматриваются в теории принятия решений.

Каждая лабораторная работа включает краткое описание соответствующей задачи принятия решений и задания на их выполнение.

## **2 Методические указания к проведению лабораторных работ**

### **2.1 Лабораторная работа «Моделирование и решение задач управления векторной оптимизации»**

#### **Цель работы**

Получить навыки решения многокритериальных задач принятия решений в условиях определенности

#### **Форма проведения**

Каждый студент выполняет индивидуальное задание.

#### **Форма отчетности**

Защита отчета, опрос по контрольным вопросам

#### **Теоретические основы**

В жизни целенаправленная деятельность человека устроена так, что приходится учитывать не одну, а сразу несколько целей. Оптимизация решения задачи отдельно по каждому из критериев приводит к различным вариантам. Решение задачи с учетом всех предлагаемых критериев находится в компромиссной области решений (множестве Парето). Множество компромиссных решений обладает свойством противоречивости: улучшение качества решений по одним критериям вызывает ухудшение качества других. Это обстоятельство и является причиной того, что методы решения многокритериальных задач предусматривают в том или ином виде учет мнения лица, принимающего решение. Чтобы выбрать из области Парето лучшие решения, ЛПР обязан ввести соответствующие принципы выбора компромиссного решения, приводящие к тому или иному методу решения задачи. Рассмотрим наиболее часто употребляемые методы решения многокритериальных задач.

#### *1. Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной.*

Наибольшее распространение получил подход определения глобального критерия (суперкритерия) в виде взвешенной суммы

критериев  $y_0 = \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i^H$ ,

где  $y_i^H$  — отнормированное значение  $i$ -го критерия ;

$\alpha_i$  — коэффициент относительной важности  $i$ -го критерия (весовой коэффициент);

$$0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad i = \overline{1, n}; \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.$$

## 2. Выделение главного критерия

Критерии располагаются в порядке убывания важности. Решается задача по первому (важному) критерию, а в ограничениях прописываются дополнительно ещё условия на предельные изменения остальных критериев.

## 3. Метод последовательных уступок

Критерии располагаются в порядке убывания важности.

Решается задача по первому (важному) критерию. Определяется оптимальное решение и значение целевой функции по первому критерию. Далее решается задача по второму критерию, при этом в ограничении дополнительно прописывается ещё условие на изменение первого критерия (делается уступка ухудшения решения по первому критерию). И так далее для других критериев. На последнем шаге решается задача поиска решения по  $n$ -му критерию с учетом уступок по  $(n-1)$  наиболее важным критериям, и решение этой задачи принимается в качестве решения исходной многокритериальной задачи.

Рассмотрим некоторые постановки однокритериальных задач принятия решений в условиях определенности.

## ЗАДАЧА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

Рассмотрим задачу линейного программирования об оптимальном использовании ресурсов. Её часто называют задачей планирования производства.

Пусть предприятие изготавливает  $n$  видов продуктов (рис. 2.1), располагая  $m$  видами ресурсов в количестве  $b_1, b_2, \dots, b_m$ . Известна матрица  $A = \|a_{ij}\|$  расходов  $i$ -го ресурса на изготовление одной единицы  $j$ -го продукта ( $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ ). Эффективность (прибыль) выпуска единицы  $j$ -го продукта равна  $c_j$ . Требуется определить план выпуска продукции  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , максимизирующий прибыль предприятия.

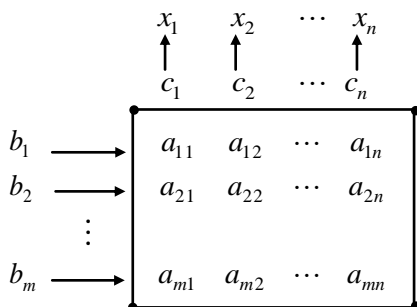


Рис. 2.1. Формализованное описание задачи

Для задачи, сформулированной выше, математическая модель имеет следующий вид: максимизировать

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2.1)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2.2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2.3)$$

#### ТРАСПОРТНАЯ ЗАДАЧА ЛП

Имеется  $m$  поставщиков и  $n$  потребителей однородной продукции, возможности и потребности которых соответственно равны  $a_i$  и  $b_j$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ . Стоимость перевозки одной единицы продукции из пункта  $i$  в пункт  $j$  равна  $C_{ij}$ . Определить план перевозки продукции от поставщиков к потребителям  $x_{ij}$ , минимизирующий общую стоимость всех перевозок.

Математическая постановка задачи:

$$\min: Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (2.4)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, \quad j = \overline{1, n} \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (2.6)$$

Ограничение (2.5) накладывается на спрос  $j$ -го потребителя, ограничение (2.6) — на возможности  $i$ -го поставщика. Если  $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ , то задача называется закрытой, в противном случае — открытой.

#### ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ

Имеется  $m$  потенциальных исполнителей ( $j = \overline{1, m}$ ) соответственно одной из имеющихся  $m$  работ ( $i = \overline{1, m}$ ). Известны затраты  $c_{ij}$  на выполнение  $j$ -м исполнителем  $i$ -й работы. Требуется назначить каждого исполнителя на одну работу так, чтобы минимизировать суммарные затраты. Математическая постановка задачи:

$$\min: Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (2.7)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, m} \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n} \quad (2.9)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если работа } i \text{ поручается } j\text{-му исполнителю;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (2.10)$$

Ограничение (2.8) указывает, что на каждую  $i$ -ую работу должен быть назначен только один исполнитель. Ограничение (2.9) указывает, что каждый  $j$ -й исполнитель должен быть назначен для выполнения только одной работы. Если число работ не равно числу потребителей, то задача о назначениях называется задачей открытого типа, в противном случае — закрытого.



## ЗАДАЧА О КОММИВОЯЖЕРЕ

Коммивояжер (посыльный, развозчик заказанной продукции) должен посетить каждый из  $n$  пунктов, связанных между собой дорогами, только один раз и вернуться в исходный пункт. Его маршрут должен минимизировать суммарную длину пройденного пути.

Формализуем задачу.

Пусть известна матрица  $C = \|c_{ij}\|$  расстояний между пунктами  $i$  и  $j$  ( $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; i \neq j$ ). В качестве неизвестной величины введем переменную

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если коммивояжер из пункта } i \text{ переезжает в пункт } j; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Модель задачи о коммивояжере будет иметь вид

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (2.11)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n}; \quad (2.12)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, n}; \quad (2.13)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (2.14)$$

Еще одно ограничение сформулируем следующим образом: искомые переменные  $x_{ij} \in \{0, 1\}$  должны образовывать полный контур, включающий все пункты.

Ограничение (2.12) говорит о том, что коммивояжер должен в каждый пункт  $j = \overline{1, n}$  заехать только один раз, а ограничение (2.13) – из каждого пункта  $i = \overline{1, n}$  выехать только один раз. Ограничения (2.12)–(2.14) и дополнительное ограничение на маршруте коммивояжера создают так называемый гамильтоновы контур (по имени ирландского математика У. Гамильтона).

### Порядок выполнения работы

- 1) получить задачу у преподавателя;
- 2) составить математическую постановку задачи;
- 3) решить ее с помощью программного средства по отдельным критериям;
- 4) выбрать схему поиска компромиссного решения и найти множество Парето;
- 5) найти решение и провести его анализ;
- 6) составить подробный отчет по лабораторной работе, в котором представляется:
  - формулировка индивидуального задания,
  - математическая модель и пояснение к её построению,
  - выходные таблицы и содержательные пояснения к ним,
  - выводы по лабораторной работе.

### Варианты заданий

#### Задания (вариант) 1 и 2

На заводе ежемесячно скапливается  $A$  тонн отходов металла, из которого можно штамповать мелкие детали 6 типов. Месячная потребность завода в деталях  $i$ -го типа равна  $b_i$  тыс.шт. Недостающее количество деталей  $i$ -го типа или закупается на других предприятиях по цене  $c_i$  рублей за тысячу штук или производится из дополнительного металлолома, который закупается на стороне по цене  $M$  рублей за тонну. Расход металла на тыс. деталей  $i$ -го типа составляет  $a_i$  кг.

Для изготовления деталей используются 3 прессы, на каждом из которых за смену можно изготовить  $d_i$  тыс. деталей  $i$ -го типа. В месяц каждый пресс работает не более 52 смен. Найти стратегию (закупать недостающие детали или закупать недостающий металл) и план производства деталей на заводе, обеспечивающий минимум суммарных расходов (исходные данные приведены в таблице).

#### Исходные данные к заданию 1 и 2

Варианты	A	a1	a2	a3	a4	a5	a6	b1	b2	b3	b4	b5	b6
1	12	30	45	22	11	74	51	62	99	17	29	34	99
2	12	17	15	99	19	27	81	99	15	37	23	70	23

#### продолжение таблицы

Вариант	c1	c2	c3	c4	c5	c6	M	d1	d2	d3	d4	d5	d6
1	13	15	9	7	18	22	5	1,4	1,3	2,9	2,1	0,8	1,5
2	17	12	36	11	32	24	7	2,3	3,2	1,0	2,1	1,5	1,2

### Задания (вариант) 3 и 4

Для поражения целей некоторого класса разработано 5 типов оружия. Один комплекс оружия  $j$ -го типа может действовать по группам целей (низколетящим и высоколетящим) с различной эффективностью. Среднее количество поражаемых целей при этом равны  $P_{1j}$  и  $P_{2j}$ . Количество вылетов низколетящих целей превосходит их количество высоколетящих в два раза. Необходимо разработать систему вооружения (определить количество комплексов каждого типа), обеспечивающую максимум математического ожидания числа уничтоженных целей, если стоимость одного комплекса  $j$ -го типа составляет  $g_j$  % суммы, выделенной на всю систему; трудоемкость изготовления одного комплекса  $j$ -го типа составляет  $a_j$  % от общего фонда рабочего времени. Для производства одного комплекса  $j$ -го типа необходимо  $b_j$  кг дефицитного материала, а в распоряжении производства имеется  $B$  т этого материала. В силу ограничений технологического характера может быть изготовлено не более  $C_j$  комплексов  $j$ -го типа.

Исходные данные к заданию 3 и 4

Вариант	P11	P12	P13	P14	P15	P21	P22	P23	P24	P25
3	0,7	0,5	0,3	0,9	0,8	0,6	0,5	0,6	0,8	0,7
4	0,6	0,4	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,9	0,8	0,8

продолжение таблицы

Вариант	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5
3	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	13	17	25	10	19
4	0,02	0,01	0,05	0,02	0,03	35	34	60	25	25

продолжение таблицы

Вариант	r1	r2	r3	r4	r5	B	c1	c2	c3	c4	c5
3	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	120	2000	6000	12000	2000	4500
4	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	220	6000	8000	3000	6000	2000

### Задания (вариант) 5 и 6

Для приготовления комбикорма совхоз может закупить зерно 4-х сортов  $K_i$ , отличающихся друг от друга содержанием питательных компонентов  $C_j$  ( $j=1, \dots, 5$ ). Для обеспечения нормального питания скота в течение планируемого периода комбикорм должен содержать не менее  $V_j$  питательного компонента  $j$ -го типа. Одна тонна зерна  $i$ -го типа стоит  $g_i$  рублей и содержит  $a_{ij}$  единиц питательного компонента  $j$ -го типа. Складские помещения позволяют хранить не более  $A$  тонн зерна (для варианта 5:  $A=2800$ , для варианта 6:  $A=4400$ ). Определить план закупки зерна каждого сорта, обеспечивающий компромиссное решение по минимизации затрат на покупку зерна и максимизации питательности

комбикорма с учетом требований на его питательность и емкости складских помещений. Критерии считать равнозначными.

Исходные данные к заданию 5 и 6

Сорт зерна $K_i$	C1	C2	C3	C4	C5	Цена $g_i$
K1	2	1	5	0.6	0.01	40
K2	3	1	3	0.25	0.02	30
K3	7	0	0	1.00	0.1	28
K4	9	3	6	1.5	0.5	35
K5	4	2	1	0.5	0.1	44
Содержание $B_j$	2500	300	1000	712	100	

Матрица коэффициентов  $a_{ij}$  для 5-го варианта задачи получается из таблицы 3 вычеркиванием строки K1, для 6-го – строки K2.

*Задания (вариант) 7 и 8*

Совхоз, имеющий посевную площадь 5000 га, выращивает 3 культуры  $K_i$ . Весь год можно разбить на 5 периодов  $P_j$ , отличающихся друг от друга потребностями в рабочей силе для выполнения сельскохозяйственных работ. В период  $P_j$  совхоз располагает рабочей силой в количестве  $b_j$  человек, из которых  $d_j$  человек могут быть в случае необходимости обеспечены работой, не связанной непосредственно с сельским хозяйством, а  $a_{ij}$  человек должны быть заняты на обработке 1 га посевной площади, занятой культурой  $K_i$ . Прибыль от  $i$ -й культуры, приходящаяся на 1 га посевной площади, равна  $c_i$  рублей, плановое задание по производству  $i$ -й культуры составляет  $q_i$  центнеров, а ее урожайность  $h_i$  центнеров с га.

Найти распределение площади под эти культуры, обеспечивающее максимум прибыли при выполнении всех плановых заданий и минимуме привлечения рабочей силы в течение года. Критерии считать равнозначными.

Исходные данные к заданию 7 и 8

Культура	P1	P2	P3	P4	P5	$c_i$	$q_i$	$h_i$
K1	0.25	2	2	1.4	1.3	300	11600	16
K2	0.2	1.8	1	0.8	0.6	270	15000	24
K3	0.2	0.2	0.4	1.3	2	150	40000	40
K4	0.1	0.5	2	1.8	0.4	220	18000	30
$b_j$	3200	5500	5600	6500	9200			
$d_j$	2800	2100	200	1800	2400			

Матрица коэффициентов  $a_{ij}$  для 7-го варианта задачи получается вычеркиванием из таблицы 4. строки K1, для 8-го - строки K2.

### Задания (вариант) 9 и 10

Деревообрабатывающая фабрика получает  $m$  типов лесоматериалов  $H_i$  в количестве  $b_i$  куб.м в месяц. Из этих материалов изготавливается  $n$  видов фанеры  $S_j$ . На производство 1 кв.м фанеры вида  $S_j$  идет  $q_{ij}$  куб.м материала  $H_i$ . При благоприятном рынке спрос в месяц составит не менее  $P_j$  кв.м фанеры вида  $S_j$ . При неблагоприятном рынке – не более 50 % от  $P_j$ . Благоприятный рынок более вероятен, чем неблагоприятный. Составить план производства фанеры на месяц, обеспечивающий фабрике максимальную прибыль, если лесоматериалы обходятся фабрике в  $c_i$  руб./куб.м, расходы на производство 1 кв.м фанеры  $S_j$  составляют  $v_j$  рублей, а реализуется эта фанера по цене  $r_j$  руб./кв.м.

Исходные данные к заданию 9 и 10

Тип	S1	S2	S3	S4	S5	$b_i$	$c_i$
H1	0.02	0	0.03	0.08	0.02	150	2.6
H2	0.04	0.1	0.12	0	0.01	200	2.5
H3	0	0.05	0.02	0.04	0.04	100	1.5
H4	0.1	0.04	0	0	0.08	130	1.4
H5	0.02	0	0.01	0	0	170	1.9
$P_j$	150	350	100	400	150		
$v_j$	0.5	0.7	0.4	0.8	0.9		
$r_j$	3	3.5	4.1	3.2	4.5		

Матрица коэффициентов  $q_{ij}$  для 9-го варианта задачи получается из таблицы 5 вычеркиванием строки H1, для 10-го – строки H2.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные проблемы выбора компромиссных решений.
2. Охарактеризуйте основные принципы выбора компромиссных решений?
3. В чем основное отличие выбора компромиссного решения по принципу выделения главного критерия от принципа последовательных уступок?
4. Опишите основные этапы процедуры «СТЕМ».

## 2.2 Лабораторная работа «Моделирование и решение многокритериальных задач принятия решений в условиях определенности. Иерархическая процедура Саати»

### Цель работы

Закрепить знания и навыки построения иерархических моделей многокритериальных задач выбора в условиях определенности

## Форма проведения

Каждый студент выполняет индивидуальное задание.

## Форма отчетности

Защита отчета, опрос по контрольным вопросам

## Теоретические основы

В начале 1970 года американский математик [Томас Саати](#) разработал процедуру поддержки принятия решений, которую назвал "Analytic hierarchy process" (АНР). Авторы русского издания перевели это название как "Метод анализа иерархий" (см. книгу: Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и Связь, 1993). Этот метод относится к классу критериальных и занимает особое место, благодаря тому, что он получил исключительно широкое распространение.

Описание метода выполним на конкретном примере выбора автомобиля.

Альтернативы:

- Жигули
- Москвич
- Иж
- Волга

Критерии:

- стиль
- надежность
- экономия топлива

В основе АНР все та же линейная свертка, но оценки альтернатив и веса критериев получаются особым образом. Его мы сейчас и рассмотрим.

В модели АНР вместо критериальной таблицы принята иерархия. Представим ее следующим образом:

Уровень 0 : Цель - выбрать автомобиль.

Уровень 1: Критерии -

- стиль
- надежность
- экономичность

Уровней может быть сколько угодно. Например, критерий 1-го уровня "надежность" можно раскрыть уровнем 2 как: 1) надежность двигателя, 2) надежность кузова, 3) надежность ходовой части. Надежность ходовой части можно далее раскрыть уровнем 3, например, как а) надежность тормозной системы, б) надежность подвески и т.д. Мы же, для простоты объяснения, ограничимся Уровнем 1.

Теперь нужно получить оценки каждой альтернативы по каждому критерию. Если существуют объективные оценки, то они просто выписываются и нормируются таким образом, чтобы их сумма была равна единице. Например, если бы нас интересовал критерий "максимальная скорость" и имелись бы соответствующие данные по каждому автомобилю, то нужно было бы составить следующую таблицу.

Альтернативы	Максимальная скорость (км/час)	Нормированное значение
Жигули	140	0,259
Москвич	130	0,241
Иж	120	0,222
Волга	150	0,278
<i>Сумма</i>		<i>1,000</i>

А как быть с таким критерием как "стиль", для которого не существует объективных оценок? В этом случае процедура Саати рекомендует использовать парные сравнения. Для фиксации результата сравнения пары альтернатив может использоваться, например, шкала следующего типа:

- 1 - равноценность
- 3 - умеренное превосходство
- 5 - сильное превосходство
- 7 - очень сильное превосходство
- 9 - высшее (крайнее) превосходство

Лицо, принимающее решение (ЛПР), просят попарно сравнить альтернативы. Результат парных сравнений альтернатив для критерия "стиль" записывается в виде таблицы

	Жигули	Москвич	Иж	Волга
Жигули	1/1	1/4	4/1	1/6
Москвич	4/1	1/1	4/1	1/4
Иж	1/4	1/4	1/1	1/5
Волга	6/1	4/1	5/1	1/1

Простые дроби в клетках трактуются следующим образом. Например, на пересечении строки "Москвич" и столбца "Жигули" записана дробь 4/1. Это выражает мнение ЛПР о том, что "стильность" Москвича в 4 раза

выше, чем "стильность" Жигулей. Здесь вместо приведенной выше шкалы превосходства использовалось понятие "быть лучше в N раз", что также допустимо. Далее простые дроби переводятся в десятичные. Получается такая таблица.

	Жигули	Москвич	Иж	Волга
Жигули	1,00	0,25	4,00	0,17
Москвич	4,00	1,00	4,00	0,25
Иж	0,25	0,25	1,00	0,20
Волга	6,00	4,00	5,00	1,00

Эта таблица есть не что иное, как таблица результатов парных сравнений (см. раздел "Некритериальное структурирование множества альтернатив"). Поступим с ней так же, как мы поступали в указанном разделе - посчитаем *строчные суммы*.

	Жигули	Москвич	Иж	Волга	Сумма по строке
Жигули	1,00	0,25	4,00	0,17	5,42
Москвич	4,00	1,00	4,00	0,25	9,25
Иж	0,25	0,25	1,00	0,20	1,70
Волга	6,00	4,00	5,00	1,00	16,00
				Сумма	32,37

Теперь, в отличие от прежнего, нормируем суммы таким образом, чтобы их сумма в свою очередь была равна 1. Для этого просто разделим сумму каждой строки на 32,37 (сумма последнего столбца, т.е. сумма самих строчных сумм). Получим:

	Жигули	Москвич	Иж	Волга	Сумма
Жигули	1,00	0,25	4,00	0,17	0,116
Москвич	4,00	1,00	4,00	0,25	0,247
Иж	0,25	0,25	1,00	0,20	0,060
Волга	6,00	4,00	5,00	1,00	0,577
				Сумма	1,00

В методе Саати полученные таким образом нормированные суммы принимаются в качестве *оценок альтернатив по критерию "стильность"*. Отметим, что полученные оценки отражают



исключительно точку зрения конкретного ЛПР. На самом деле, вместо строчных сумм Саати рекомендует использовать *собственный вектор* матрицы парных сравнений, считая его более точной оценкой. Мы же для простоты ограничимся строчными суммами, которые допустимы, но, с точки зрения Саати, менее точны.

Аналогичным образом получаются веса критериев. Предположим, конкретное ЛПР сравнило попарно критерии с точки зрения их сравнительной важности. Запишем результаты сравнений в виде таблицы.

	Стиль	Надежность	Экономичность
Стиль	1/1	1/2	3/1
Надежность	2/1	1/1	4/1
Экономичность	1/3	1/4	1/1

Как и прежде, утверждение типа "надежность в 2 раза важнее стиля" записывается в виде дроби 2/1.

Применяя к этой таблице описанную выше процедуру, получим веса критериев:

$w_1 = 0,32$  (стиль),  $w_2 = 0,56$  (надежность),  $w_3 = 0,12$  (экономичность).

Таким образом, мы можем получить как веса критериев, так и оценки альтернатив по критериям:

	Стиль	Надежность	Экономичность
Жигули	0,116	0,379	0,301
Москвич	0,247	0,290	0,239
Иж	0,060	0,074	0,212
Волга	0,577	0,257	0,248

Далее, применяя линейную свертку (взвешенную сумму), получим следующие *интегральные* оценки альтернатив (функция полезности):

Жигули - 0,306;

Москвич - 0,272;

Иж - 0,094;

Волга - 0,328.

Затем производится анализ отношения стоимость/эффективность.

Используется отношение полученной интегральной оценки к нормированной стоимости. Наилучшей считается альтернатива, для которой указанное отношение *максимально*.

В рамках нашего примера, сведем все необходимые данные в следующую таблицу:

	Стоимость в \$	Стоимость нормированная	Функция полезности	Отношение
Жигули	4 000	0,24	0,306	1,28
Москвич	3 000	0,18	0,272	1,51
Иж	2 500	0,15	0,094	0,63
Волга	7 000	0,43	0,328	0,76
Сумма	16 000	1,00	1,00	

Таким образом, учитывая предпочтения данного конкретного ЛПР, процедура АНР рекомендует ему выбрать Москвич.

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Сформулировать математическую модель
3. Решить задачу с использованием программных средств
4. Дать анализ результатов
5. Подготовиться к защите по нижеприведенным контрольным вопросам.

### **Варианты заданий**

Задание 1. Выбор места работы.

Сформулируйте приближенную к реальности задачу выбора места предполагаемого трудоустройства из трех возможных. В соответствии со своими предпочтениями выберите место работы двумя способами (методами): методом анализа иерархий и любым другим методом (на Ваше усмотрение). Выбор произвести с учетом следующих критериев:

- удовлетворение работой;
- исследовательская работа;
- карьерный рост;
- доходы;
- коллеги;
- местонахождение;
- репутация.

Сравните решения и сделайте вывод.

Задание 2. Конкурс научно-технических проектов

Сформулируйте задачу оценки научно-технических проектов по различным критериям. Предложите обоснованный список критериев для

оценки проектов. В соответствии со своими предпочтениями оцените проекты двумя способами (методами): методом анализа иерархий и любым другим методом (на Ваше усмотрение). Сравните решения и сделайте вывод.

### Задание 3. Выбор местожительства

Сформулируйте задачу выбора местожительства в черте определенного города (района и квартиры). Предложите обоснованный список критериев для оценки местожительства. В соответствии со своими предпочтениями оцените предполагаемые места жительства двумя способами (методами): методом анализа иерархий и любым другим методом (на Ваше усмотрение). Сравните решения и сделайте вывод.

### Задание 4. Отбор персонала

В компанию в отдел маркетинга требуются специалисты. Сформулируйте приближенную к реальности задачу оценки персонала по различным критериям. Предложите обоснованный список критериев для оценки персонала. В соответствии со своими предпочтениями дайте оценку персонала двумя способами (методами): методом анализа иерархий и любым другим методом (на Ваше усмотрение). Сравните решения и сделайте вывод.

### Задание 5. Выбор места медицинского обслуживания

Сформулируйте приближенную к реальности задачу выбора места медицинского обслуживания из трех возможных. Предложите обоснованный список критериев для оценки мест медицинского обслуживания. В соответствии со своими предпочтениями выберите это место двумя способами (методами): методом анализа иерархий и любым другим методом (на Ваше усмотрение). Сравните решения и сделайте вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. На решение каких задач ориентирован метод анализа иерархий?
2. Какая процедура оценки весовых коэффициентов критериев положена в методе анализа иерархий?
3. Как определяется оценка полезности альтернатив в методе анализа иерархий?
4. Опишите шаги метода анализа иерархий.

## 2.3 Лабораторная работа «Задачи принятия решений в условиях риска и неопределенности»

### Цель работы

Закрепить знания и навыки построения математических моделей одно и многокритериальных задач выбора в условиях риска и неопределенности

### Форма проведения

Каждый студент выполняет индивидуальное задание.

### Форма отчетности

Защита отчета, опрос по контрольным вопросам

### Теоретические основы

В реальной практике выбор альтернативы субъектом управления под влиянием внешней среды, неподдающемуся точному прогнозу и имеющему случайный характер, приводит к одному из нескольких возможных исходов. Для осуществления выбора наилучшего решения необходимо оценивать возможные исходы альтернатив в зависимости от возможных ситуаций (состояний) внешней среды и целевых установок. Такая комплексная оценка решения не может быть произведена без участия лица, принимающего решение, без учета системы его взглядов (системы предпочтений) на ценность альтернатив.

Сделаем формальное описание задачи.

Пусть  $E\{e_1, \dots, e_n\}$  — множество возможных состояний;

$Z = \{z_1, \dots, z_l\}$  — множество целей системы управления;

$X = \{x_1, \dots, x_m\}$  — множество альтернатив;

$Y$  — множество исходов альтернатив.

Исход  $y \in Y$  может быть представлен в виде функции трех аргументов  $y_{ijq} = F(x_i, e_j, z_q)$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ ,  $q = \overline{1, l}$ ,  $x_i \in X$ ,

$e_j \in E$ ,  $z_q \in Z$ . Матрицу  $Y = \|y_{ijq}\|$  называют матрицей исходов, оценочным функционалом, функцией предпочтения.

Необходимо построить модель оценки альтернативных решений в соответствии с предпочтением ЛПР.

Для обеспечения комплексной оценки решений необходимо сформулировать для полного множества целей систему показателей (критериев), характеризующих степень их достижения. Множеству целей

$Z$  сопоставим множество критериев  $K$ . В частном случае каждой цели  $z_q \in Z$  может быть сопоставлен один свой критерий  $k_q \in K$ .

Полученная в процессе подготовки решения информация о множестве целей, критериев их достижения, приоритетов целей и критериев, значений (качественных или количественных оценок) критериев по оцениваемым альтернативам в предполагаемых возможных ситуациях их реализации уменьшает неопределенность задачи и обеспечивает условия для выбора наилучшего решения.

Реализация альтернативы  $x_i$ , оцениваемой по критериям  $k_q, q = \overline{1, e}$  в ситуации  $e_j, j = \overline{1, n}$  может привести к исходу  $y(x_i, e_j, k_q)$ . Для определения наилучшей альтернативы в зависимости от конкретной постановки ЗПР реализуют один из подходов:

1) по каждой альтернативе  $x_i, i = \overline{1, m}$  и по каждой ситуации  $e_j, j = \overline{1, n}$  получают методом свертки критериев оценку  $y(x_i, e_j)$  и переходят к решению однокритериальной задачи ПР в условиях риска или неопределенности;

2) по каждой альтернативе  $x_i, i = \overline{1, m}$  и по каждому критерию  $k_q, q = \overline{1, e}$  получают среднестатистическую оценку исходов  $y(x_i, k_q)$ , затем переходят к решению многокритериальной задачи ПР в условиях определенности. В целом, для построения модели интегральной оценки решений следует придерживаться следующей схемы (рис.2.2).

1) получить оценки предпочтительности каждого из решений по каждому критерию для каждой ситуации  $y_{ijq}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, q = \overline{1, l}$  (данные критериальной оценки могут быть измерены в качественной и(или) количественной шкале);

2) в зависимости от конкретной постановки ЗПР следует получить комплексную оценку решений по совокупности критериев для каждой ситуации  $y_{ij}(K)$  либо комплексную оценку решений по совокупности ситуаций для каждого критерия  $y_{iq}(E)$ ;

3) получить интегральную оценку решений на множестве критериев с учетом возможных ситуаций  $y_i(K, E)$ .

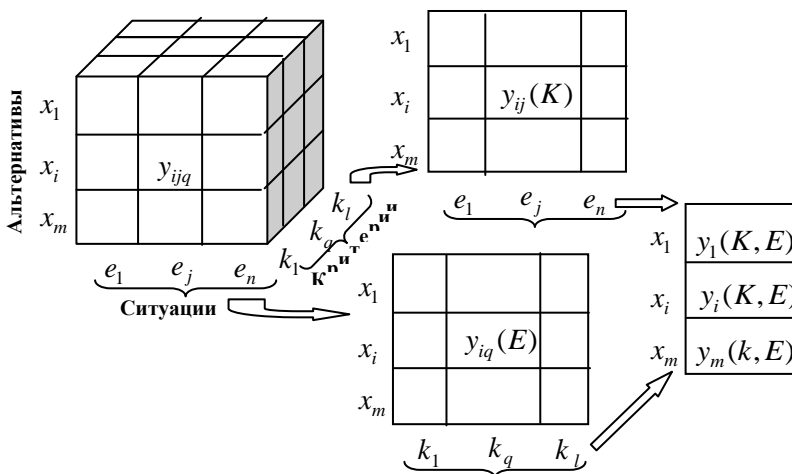


Рис.2.2 Схема получения интегральной оценки

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание для задач 1) – однокритериальных и задач 2) - многокритериальных
2. Сформулировать математическую модель
3. Решить задачу с использованием программных средств
4. Дать анализ результатов
5. Подготовиться к защите по нижеприведенным контрольным вопросам.

### Варианты заданий

#### 1) однокритериальные задачи

В каждой из приведенных ниже однокритериальных задач следует определить лучшую альтернативу с учетом вероятностной неопределенности, с учетом возможного порядка наступления событий и полной неопределенности.

1. Магазин «Молоко» продает в розницу молочные продукты. Директор магазина должен определить, сколько бидонов сметаны следует закупить у производителя для торговли в течение недели. Вероятности того, что спрос на сметану в течение недели будет 7; 8; 9; 10 бидонов, равны соответственно 0,2; 0,2; 0,5; 0,1. Покупка одного бидона сметаны обходится магазину в 70 у.е., а продается сметана по цене 110 у.е. за

бидон. Если сметана не продана в течение недели, она портится, и магазин несет убытки.

Сколько бидонов сметаны необходимо приобретать для продажи.

2. Главный инженер предприятия решает, строить или не строить новую производственную линию, использующую высокую технологию. Если новое оборудование заработает, компания будет получать прибыль \$200000. Если не заработает, то компания получит убыток \$150000. Главный инженер считает, что шансы на неуспех нового процесса — 60%.

Оцените наилучший вариант для предприятия.

3. Президент компании решает, строить или нет промышленное предприятие. Его решения сведены в следующую таблицу:

Варианты	Благоприятный рынок, \$	Неблагоприятный рынок, \$
Строить большой завод	400000	-300000
Строить малый завод	80000	-10000
Ничего не делать	0	0
Вероятность	0,4	0,6

Оцените наилучший вариант.

4. Малый производитель ряда продуктов из сыра определяет, сколько ящиков сыра производить каждый месяц. Вероятность, что спрос будет 6 ящиков, равна 0,1, семь — 0,3 и восемь — 0,5, девять — 0,1. Затраты на каждый ящик — \$45, а цена — \$95. В случае непроджи ящика к концу месяца он списывается как испорченный. Сколько ящиков сыра должно производиться каждый месяц?

5. Владелец бензоколонки думает о том, каков должен быть размер его станции. После полного анализа маркетинговых факторов, относящихся к производству бензина и спросу на него, он разработал следующую таблицу:

Размер станции	Хороший рынок, \$	Средний рынок, \$	Плохой рынок, \$
Маленькая	50000	20000	-10000
Средняя	80000	30000	-20000
Большая	100000	30000	-40000
Очень большая	300000	25000	-160000

Вероятность	0,2	0,5	0,3
-------------	-----	-----	-----

Оцените наилучший вариант решения.

6. Предприятие является малым поставщиком химикатов, используемых в фотографии. Один товар, поставляемый им,— это ВС-6. Менеджер обычно имеет запас 11, 12 или 13 ящиков ВС-6 на каждую неделю. За каждый проданный ящик полученная прибыль равна \$35. Так как ВС-6 является реактивом с коротким сроком годности, то в случае непроджи его к концу недели менеджер должен его уничтожить. Он теряет \$56 в каждом случае, когда что-то не продал в конце недели. Вероятность продажи 11 ящиков—0,45, 12 ящиков—0,35. и вероятность продажи 13 ящиков —0,2.

Вопрос: Сколько ящиков ВС-6 необходимо иметь в запасе каждую неделю?

7. Для финансирования проекта бизнесмену нужно занять сроком на один год 35000 ф. ст. Банк может одолжить ему эти деньги под 19% годовых или вложить в другое дело со 100%-ным возвратом суммы, но под 11% годовых. Из прошлого опыта банкиру известно, что 10% таких клиентов ссуду не возвращают, но сумма возмещения от заложенного имущества составит 25000 ф.ст.

Оцените наилучший вариант решения.

8. Промышленное предприятие может получать выключатели от двух поставщиков. Объем поставки 10000 выключателей. Качество выключателей от этих поставщиков показано ниже.

Процент дефектов	Вероятность для поставщика А	Вероятность для поставщика В
1	0,7	0,3
3	0,2	0,4
5	0,1	0,3

Неисправный выключатель может быть отремонтирован за \$0.50. Хотя качество у поставщика В ниже, но он просит за 10000 выключателей на \$37 меньше, чем поставщик А.

Оцените наилучший вариант решения.

9. Владелец бензоколонки думает о том, каков должен быть размер его станции: X1 – маленькая станция, X2 – небольшая, X3 – средняя, X4 – большая. В результате анализа возможных состояний рынка сбыта (e1 - хороший рынок, e2 - средний рынок, e3 - плохой рынок) он оценил возможные исходы решений в виде матриц парных сравнений, в которых цифра 1 означает, что альтернатива по строке не уступает альтернативе по столбцу



e1: p1=0,4				
	X1	X2	X3	X4
X1	1	1	1	1
X2	0	1	1	1
X3	0	0	1	1
X4	0	0	0	1

e2: p2=0,4				
	X1	X2	X3	X4
X1	1	0	0	0
X2	1	1	1	1
X3	1	1	1	1
X4	1	0	0	1

e3: p3=0,2				
	X1	X2	X3	X4
X1	1	1	0	0
X2	1	1	0	0
X3	1	1	1	0
X4	1	1	1	1

Укажите наилучший вариант решения.

10. Магазин «Молоко» продает в розницу молочные продукты. Директор магазина должен определить, сколько бидонов сметаны следует закупить у производителя для торговли в течение недели. Вероятности того, что спрос на сметану в течение недели будет 7; 8 и 9 бидонов, равны соответственно 0,2; 0,3; 0,5.

В результате анализа возможных состояний рынка сбыта (e1 – спрос на 7 бидонов, e2 - спрос на 8 бидонов, e3 - спрос на 9 бидонов) он оценил возможные исходы решений в виде матриц парных сравнений, в которых цифра 1 означает, что альтернатива по строке не уступает альтернативе по столбцу

e1: p1=0,2			
	X1	X2	X3
X1	1	1	1
X2	0	1	1
X3	0	0	1

e2: p2=0,3			
	X1	X2	X3
X1	1	0	1
X2	1	1	1
X3	0	0	1

e3: p3=0,5			
	X1	X2	X3
X1	1	0	0
X2	1	1	0
X3	1	1	1

Сколько бидонов сметаны следует закупить у производителя для торговли в течение недели?

11. Малый производитель ряда продуктов из сыра определяет, сколько ящиков сыра производить каждый месяц. Вероятность, что спрос будет 6 ящиков, равна 0,2, семь — 0,3 и восемь — 0,5. В результате анализа возможных состояний рынка сбыта (e1 – спрос на 6 ящиков, e2 - спрос на 7 ящиков, e3 - спрос на 8 ящиков) он оценил возможные исходы решений в виде матриц парных сравнений, в которых цифра 1 означает, что альтернатива по строке не уступает альтернативе по столбцу

e1: p1=0,2			
	X1	X2	X3
X1	1	1	1
X2	0	1	1
X3	0	0	1

e2: p2=0,3			
	X1	X2	X3
X1	1	0	0
X2	1	1	1
X3	1	0	1

e3: p3=0,5			
	X1	X2	X3
X1	1	0	0
X2	1	1	0
X3	1	1	1

Сколько ящиков сыра должно производиться каждый месяц?

12. Предприятие является малым поставщиком химикатов, используемых в фотографии. Один товар, поставляемый им, — это ВС-6. Менеджер обычно имеет запас 11, 12 или 13 ящиков ВС-6 на каждую неделю. Вероятность продажи 11 ящиков—0.45, 12 ящиков—0.35. и вероятность продажи 13 ящиков —0.2.

В результате анализа возможных состояний рынка сбыта ( $e_1$  – спрос на 6 ящиков,  $e_2$  - спрос на 7 ящиков,  $e_3$  - спрос на 8 ящиков) он оценил возможные исходы решений в виде матриц парных сравнений, в которых цифра 1 означает, что альтернатива по строке не уступает альтернативе по столбцу

$e_1: p_1=0,45$				$e_2: p_2=0,35$				$e_3: p_3=0,2$			
	X1	X2	X3		X1	X2	X3		X1	X2	X3
X1	1	1	1	X1	1	0	1	X1	1	0	0
X2	0	1	1	X2	1	1	1	X2	1	1	0
X3	0	0	1	X3	0	0	1	X3	1	1	1

Сколько ящиков ВС-6 необходимо иметь в запасе каждую неделю?

## 2) многокритериальные задачи

В каждой из приведенных ниже многокритериальных задач принятия решений следует определить лучшую альтернативу с учетом вероятностной неопределенности состояний внешней среды.

Перед ЛПП стоит задача транспортировки грузов от поставщиков к потребителям автомобильным транспортом либо по асфальтированной дороге (X1), либо по грунтовой (X2), либо по гравийной (X3). На пути следования транспорта встречаются переправы через реки, таможенные посты, границы и т.п. В день отправки автомобилей возможно изменение погодных условий ( $e_1$  – сухая ясная погода;  $e_2$  – кратковременные дожди;  $e_3$  – сильные продолжительные дожди), а вместе с ними и транспортных расходов (ремонт, бензин и т.п.). При условии, что известны матрицы исходов по критерию «Время» (временные затраты в днях) перевозки грузов от поставщиков к потребителям в различных погодных условиях и распределение вероятностей появления состояний внешней среды ( $p_1=0,2$ ;  $p_2=0,4$ ;  $p_3=0,4$ ), следует определить наилучшую альтернативу транспортировки грузов с учетом двух (равнозначных) критериев. Таблицы исходов альтернатив приведены для каждого варианта задания ниже.

## Вариант 1

## Возможные исходы транспортировки грузов

Дорога	Критерий «Деньги» (в т.руб.)			Критерий «Время» (в днях)		
	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>
X1	30	40	50	4	4	5
X2	20	30	70	3	4	5
X3	10	20	40	3	5	7

## Вариант 2

## Возможные исходы транспортировки грузов

Дорога	Критерий «Деньги» (в т.руб.)			Критерий «Время» (в днях)		
	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>
X1	10	40	50	4	4	5
X2	20	30	70	3	4	5
X3	10	30	60	3	5	7

## Вариант 3

## Возможные исходы транспортировки грузов

Дорога	Критерий «Деньги» (в т.руб.)			Критерий «Время» (в днях)		
	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>
X1	30	40	60	4	4	5
X2	20	30	70	3	4	5
X3	10	30	60	2	5	7

## Вариант 4

## Возможные исходы транспортировки грузов

Дорога	Критерий «Деньги» (в т.руб.)			Критерий «Время» (в днях)		
	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>
X1	40	40	50	3	4	6
X2	30	40	50	2	3	7
X3	20	50	70	1	3	6

## Вариант 5

## Возможные исходы транспортировки грузов

Дорога	Критерий «Деньги» (в т.руб.)			Критерий «Время» (в днях)		
	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>
X1	40	40	50	1	4	5

X2	30	40	50	2	3	7
X3	30	50	70	1	3	6

### Контрольные вопросы

1. В чем основное отличие задач принятия решений в условиях определенности, риска и неопределенности?
2. Назовите основные правила многокритериальной оценки альтернатив.
3. Укажите основные критерии выбора решений при вероятностной неопределенности состояний внешней среды.
4. Назовите способы принятия решений при отсутствии информации о состоянии внешней среды.
5. Укажите основные критерии принятия решений в условиях противодействия внешней среды.
6. Чем отличаются критерии Гурвица, Вальда и Сэвиджа?
7. Каков алгоритм принятия решений при линейной упорядоченности наступления состояний внешней среды?
8. Какова последовательность оценки альтернативных решений, принимаемых с учетом возможных ситуаций и целевых установок?

## 2.8 3 Методические указания для организации самостоятельной работы

### 3.1 Общие положения

Целями самостоятельной работы являются систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний, приобретение навыков исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студента по дисциплине «Исследование операций и теория принятия решений» включает следующие виды его активности:

1. проработка лекционного материала;
2. изучение тем теоретической части дисциплины, вынесенных для самостоятельной проработки;
3. подготовка к лабораторным работам;
4. подготовка к экзамену.

### 3.2 Проработка лекционного материала

Лекция – традиционно ведущая форма обучения в вузе. Она является методологической и организационной основой для всех форм учебных занятий, в том числе самостоятельных. Ее основная цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. В ходе лекции преподаватель, опираясь на имеющиеся у студентов знания и практический опыт, подводит их к пониманию и усвоению новых знаний, формулированию правил и выводов.

Для усваивания лекционного материала студенту рекомендуется проработать материал по конспекту лекций и учебной литературе, при этом дополнительно законспектировать в рабочей тетради кратко, схематично, последовательно основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Если материал связан с решением задач исследования операций и теории принятия решений, то обязательно нужно закрепить математическую постановку этих задач, методы и алгоритмы их решения на самостоятельном решении подобных задач, которые приводятся в методических указаниях к лабораторным работам или в учебной литературе. Следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации, на учебном занятии.

При первом ознакомлении с новым материалом полезно применить «партитурное чтение», беглый просмотр главы, раздела. Старайтесь получить общее представление об излагаемых вопросах, не задерживаясь на математических выводах, уравнениях реакций. Вникайте в сущность того или иного вопроса, а не пытайтесь запомнить отдельные факты или явления.

Повторное чтение (более медленное и вдумчивое) должно сопровождаться пометками, записями в рабочей тетради, выписками из прочитанного. Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, вносите в рабочую тетрадь формулировки законов и основных понятий, незнакомые термины и названия. Если материал поддается систематизации, составляйте графики, рисунки, диаграммы, таблицы – они очень облегчают запоминание, уменьшают объем конспектируемого материала. Приобретайте навыки конспектирования – краткий конспект помогает при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Готовьтесь обязательно к последующей работе над лекцией, для этого:

- повторите изученный материал по конспекту или по вашим записям;
- неоконченные фразы, пропущенные слова и другие недочеты в записях устраните, пользуясь материалами из учебника и других источников;
- если пропущено занятие, оставьте несколько свободных страниц, содержание пропущенного материала нужно восполнить во время самостоятельной работы;
- подготовьте вопросы преподавателю по предыдущей теме.

### **3.3 Подготовка к лабораторным работам**

Лабораторные занятия являются связующим звеном теории и практики. Они позволяют углубить и закрепить теоретические знания, получаемые на лекциях, проверить научно-теоретические положения экспериментальным путем, выработать у студентов практические умения и навыки. Одновременно они являются базой для научно-исследовательской работы студентов.

Студенты должны заранее самостоятельно подготовиться к лабораторной работе с использованием указанной преподавателем литературы: учебники, лекции, методические указания. Подготовить ответы на контрольные вопросы, предложенные преподавателем к данной лабораторной работе. Каждая лабораторная работа выполняется по определенной теме с указанием цели её выполнения. Следует помнить, что к методическим указаниям на выполнение определенных лабораторных работ прилагаются презентационные файлы, помогающие в усвоении тем дисциплины. Они выложены в вычислительной сети кафедры.

### **3.4 Самостоятельное изучение тем теоретической части курса**

#### **3.4.1 Принятие решений на языке бинарных отношений**

Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. Укажите способы задания бинарных отношений.
2. Дайте определение отношению Парето.
3. Дайте определение мажоритарному отношению.
4. Дайте определение лексикографическому отношению.

5. Дайте определение отношению Подиновского.
6. Охарактеризуйте метод «Электра»

Методические рекомендации по изучению темы

На представленные вопросы можно найти ответы в интернете, а также в литературных источниках по данной дисциплине.

Альтернатива в задаче принятия решений может быть представлена описанием в критериальном пространстве. Через критериальное пространство на множестве альтернатив можно установить бинарные отношения.

Обозначим:

$x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$  — вектор оценок альтернативы  $x$ ;

$y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  — вектор оценок альтернативы  $y$ .

Введем на альтернативах  $x$  и  $y$  отношения строгого предпочтения (отношение Парето).

### Отношение Парето $P$

Объекты  $x$  и  $y$  находятся в отношении Парето  $P$  (строгого предпочтения), если для всех критериев оценки  $x_i \geq y_i$ ,  $i = \overline{1, m}$  и хотя бы по одному критерию  $j$  оценка  $x_j > y_j$ ,  $j = \overline{1, m}$ .

$$xPy \Rightarrow \left\{ (x_i \geq y_i, i = \overline{1, m}) \wedge (\exists j, x_j > y_j, j = \overline{1, m}) \right\}.$$

### Мажоритарное отношение $P^1$

Идейная основа мажоритарного отношения — это принцип выбора лучшего решения на основе голосования. Предполагается, что критерии равнозначны и утверждение « $x$  предпочтительней  $y$ » выполняется тогда и только тогда, когда  $x$  превосходит  $y$  по большему числу оценок, чем  $y$  превосходит  $x$ . Формально  $P^1$  определяется:

$$xP_y^1 \Rightarrow \sum_{i=1}^m \sigma_i^{xy} > 0,$$

$$\text{где } \sigma_i^{xy} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i - y_i > 0; \\ 0, & \text{если } x_i - y_i = 0; \\ -1, & \text{если } x_i - y_i < 0. \end{cases}$$

Пример

Пусть  $x = (5, 8, 6, 5, 3, 3, 3)$ ;  $y = (3, 3, 3, 4, 9, 9, 9)$ . Очевидно, что имеет место  $\sum_{i=1}^7 \sigma_i^{xy} = 1 > 0 \Rightarrow x P^1 y$ .

### Отношение лексикографии $P^L$

Предполагается, что критерии упорядочены по важности значимости. Пусть критерий первый важнее второго, второй — третьего и т.д. Отношение лексикографии определяется:

$$x P^L y \Rightarrow [x_1 > y_1] \vee [x_1 = y_1 \wedge x_2 > y_2] \vee \dots \\ \dots \vee [x_1 = y_1 \wedge x_2 = y_2 \wedge \dots \wedge x_m > y_m].$$

### Отношения Подиновского $P^i$ , $I^i$ :

а) для равноважных критериев имеет место отношения предпочтения  $P$  и эквивалентности  $I$  по Подиновскому:

$$x P^i y \Rightarrow \sum_{i=1}^m x_i > \sum_{i=1}^m y_i, \\ x I^i y \Rightarrow \sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m y_i;$$

б) для разноважных критериев (пусть упорядочены по убыванию важности) имеет место отношения:

$$x P^i y \Rightarrow \left( \sum_{i=1}^n x_i \geq \sum_{i=1}^n y_i, n = \overline{1, m} \right) \wedge \left( \exists K, \sum_{i=1}^K x_i > \sum_{i=1}^K y_i \right), \\ x I^i y \Rightarrow \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i, n = \overline{1, m}.$$

## 3.4.2 Задача о раскрое материалов как задача линейного программирования

Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. Дайте содержательную и математическую постановку задачи о раскрое материалов



2. Каким алгоритмом можно решить задачу о раскрое материалов? Опишите его основные шаги.

Методические рекомендации по изучению

При изучении данной темы обратите внимание на постановку задачи линейного программирования. На представленные вопросы можно найти ответы в интернете, а также в литературных источниках по данной дисциплине, например: Турунтаев Л.П. Оптимизация и математические методы принятия решений: учеб. пособие. – Ч. 1. - Томск: ТМЦДО, 2010, с. 45-63.

### 3.4.3 Человеко-машинная процедура выбора решений «STEM»

Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. Назовите основные шаги процедуры STEM.
2. Какие принципы выбора компромиссных решений заложены в процедуре STEM?

Для изучения данной темы, следует повторить рассмотрение вопросов решения задач векторной оптимизации: шкалы измерения, нормализация критериев, схемы поиска компромиссных решений. На представленные вопросы можно найти ответы в интернете, а также в литературных источниках по данной дисциплине, например: Турунтаев Л.П. Оптимизация и математические методы принятия решений: учеб. пособие. – Ч. 1. - Томск: ТМЦДО, 2010, с.132-140

### 3.4.4 Многоэтапное принятие решений. Метод деревьев решений

Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. Что представляют ветви в дереве решений?
2. Что представляют события в дереве решений?
3. Как производится выбор альтернатив в методе деревьев решений?

На представленные вопросы можно найти ответы в интернете, а также в литературных источниках по данной дисциплине, на портале ТУСУРа: <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/1579>, Турунтаев Л.П. Теория принятия решений: Учебно-методические указания для выполнения практических и самостоятельных работ / Турунтаев Л. П. — 2012. 42с.

## 4 Рекомендуемая литература

1. Есипов, Б.А. Методы исследования операций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.А. Есипов — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68467>
2. Юкаева, В.С. Принятие управленческих решений [Электронный ресурс]: учебник / В.С. Юкаева, Е.В. Зубарева, В.В. Чувикова — Москва: Дашков и К, 2016. — 324 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93383>
3. Колбин, В.В. Методы принятия решений [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Колбин — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 640 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71785>.
4. Турунтаев Л.П. Теория принятия решений: Учебно-методические указания для выполнения практических и самостоятельных работ / Турунтаев Л. П. — 2012. 42с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/1579>