

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. каф. АОИ, д.т.н., проф.
_____ Ю.П. Ехлаков
" ____ " _____ 2012 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению
ПРАКТИЧЕСКИХ И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ
по дисциплине
"ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ "

для студентов направления подготовки
080500.62 «Бизнес-информатика» (бакалавриат)

Разработчик:
профессор каф. АОИ, д.т.н.
_____ М.П. Силич

Томск - 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	4
Практическая работа №1 «Экспертное оценивание систем»	4
Практическая работа №2 «Оценка систем по множеству критериев»	7
Практическая работа №3 «Оценка систем в условиях неопределенности»	10
Практическая работа №4 «Декомпозиция систем»	12
Практическая работа №5 «Комбинаторные методы композиции»	15
Практическая работа №6 «Способы организации экспертиз»	18
Практическая работа №7 «Метод анализа иерархий»	20
2. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	23
Задание №1 «Описание строения и функционирования систем»	23
Задание №2 «Нечеткое оценивание систем»	26
Задание №3 «Формирование функций управления»	28
Задание №4 «Синтез системы по методу Повилейко»	29
ЛИТЕРАТУРА	31

ВВЕДЕНИЕ

Практические и самостоятельные работы по дисциплине имеют **целью**: закрепление теоретического материала, получение навыков самостоятельного моделирования систем, их оценивания в условиях определенности и неопределенности, анализа и синтеза.

Выполнение практических и самостоятельных работ направлено на формирование следующих **компетенций**:

- владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- умение использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования (ПК-20).

Практические работы.

Все работы выполняются на аудиторных занятиях. В процессе выполнения следующих работ используются технологии **интерактивного обучения**: работа №1 – работа в группах; работа №6 – работа в команде. Остальные работы выполняются индивидуально.

Практическая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями. Вначале работы студент (группа, команда) выбирает вариант задания. По окончании работы составляется отчет. Примеры заданий, порядок выполнения работы и содержание отчета описаны в методических указаниях.

Форма контроля выполнения практической работы – защита отчета.

Самостоятельная работа.

Используется две формы самостоятельной работы – подготовка к практической работе и выполнение индивидуального задания.

Подготовка к практической работе выполняется перед аудиторным занятием. Самостоятельная работа состоит, в основном, в изучении теоретического материала, необходимого для проведения практической работы. Рекомендуемая литература по каждой работе приведена в методических указаниях.

Индивидуальные задания выполняются во внеаудиторное время. Календарный график выполнения заданий определяется преподавателем и доводится до студентов. В процессе выполнения задания №4 используется технология **интерактивного обучения** – работа в группах. Остальные работы выполняются индивидуально.

Индивидуальное задание выполняется в соответствии с методическими указаниями. Конкретный объект, на примере которого выполняется задание, выбирается студентом (группой) и согласовывается с преподавателем. По окончании выполнения задания составляется отчет.

Форма контроля выполнения самостоятельной работы по подготовке к практической работе – опрос на занятии, по выполнению индивидуального задания – защита отчета.

1. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа №1 «Экспертное оценивание систем»

Цель работы: Получить практические навыки экспертного оценивания систем различными методами и обработки результатов оценивания.

Самостоятельная работа: Изучение типов шкал, методов выявления предпочтений экспертов (ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка, последовательное сравнение).

Литература: [1 (п.п. 2.3.1, 2.3.2), 2 (п.п. 6.2, 7.3, 7.10), 3 (п.п. 2.1, 2.4.3)].

Порядок выполнения:

1. Формирование групп экспертов, выбор объектов оценивания.

Необходимо сформировать небольшие группы по 3-4 человека, выбрать цель сравнения и объекты (системы) для сравнения. Объекты (3-5) должны быть однородными.

Примеры цели и объектов сравнения:

цель – покупка автомобиля, объекты – «Волга», «Нива», «Ока»;

цель – выбор курорта, объекты – Анталия, Сочи, Ялта;

цель – выбор места торжества, объекты – квартира, кафе, ресторан.

2. Ранжирование систем.

Каждый из членов группы (эксперт) должен проранжировать выбранные системы по предпочтительности. Для эквивалентных систем используются связанные ранги.

Например, пусть эксперт упорядочил объекты x_1, \dots, x_5 следующим образом: $x_3 \succ x_5 \succ x_1 \equiv x_4 \succ x_2$. Тогда ранги объектов получают следующие значения: $r_3 = 1, r_5 = 2, r_1 = r_4 = (3 + 4) / 2 = 3,5, r_2 = 5$.

Затем составляется обобщенная ранжировка методом суммы мест. Для каждого объекта ранги, присвоенные экспертами, суммируются. Обобщенные ранги присваиваются в соответствии с увеличением (убыванием) сумм рангов. Результаты оформляются в виде таблицы (табл. 1.1.1).

Таблица 1.1.1 – Ранжировки объектов

	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5
Эксперт 1	r_{11}	r_{12}	r_{13}	r_{14}	r_{15}
Эксперт 2	r_{21}	r_{22}	r_{23}	r_{24}	r_{25}
Эксперт 3	r_{31}	r_{32}	r_{33}	r_{34}	r_{35}
Сумма рангов	Σr_{i1}	Σr_{i2}	Σr_{i3}	Σr_{i4}	Σr_{i5}
Обобщенный ранг	r_1^*	r_2^*	r_3^*	r_4^*	r_5^*

Определите оценку согласованности мнений в виде дисперсионного коэффициента конкордации по формуле:

$$K = (12 \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2) / (m^2(n^3 - n) - m \sum_{s=1}^m T_s),$$

где m – количество экспертов; n – количество объектов ранжирования;

\bar{r} – оценка математического ожидания, равная $\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m r_{ij}$;

T_s – показатель связанных рангов в s -й ранжировке, определяемый по формуле

$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} h_k^3 - h_k$, где H_s – число групп равных рангов в s -й ранжировке; h_k – число равных рангов в k -й группе связанных рангов. Если совпадающих рангов нет, то $T_s = 0$.

На основе вычисленного коэффициента конкордации K дайте качественную характеристику согласованности мнений экспертов, определив ее по таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 – Качественная оценка согласованности мнений экспертов

Значение K	< 0.3	0.3 – 0.5	0.5 – 0.7	0.7 – 0.9	> 0.9
Согласованность	слабая	умеренная	заметная	высокая	очень высокая

3. Парные сравнения систем.

Каждый из членов группы составляет матрицу парных сравнений выбранных систем. Значения матрицы определяются по формуле:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \succ x_j \text{ или } x_i \equiv x_j; \\ 0 & \text{если } x_i \prec x_j, \quad i, j = 1, n. \end{cases}$$

В табл. 1.1.3 приведен пример матрицы парных сравнений с булевыми значениями для объектов, имеющих следующий порядок: $x_1 \succ x_5 \succ x_3 \succ x_4 \succ x_2$.

Таблица 1.1.3 - Пример матрицы парных сравнений

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1	1	1	1	1
x_2	0	1	0	0	0
x_3	0	1	1	1	0
x_4	0	1	0	1	0
x_5	0	1	1	1	1

Матрица должна быть согласована, т. е. для $\forall i, j, k = 1, n$ должны выполняться условия:

- $w_{ii} = 1$;
- если $w_{ij} = 1$, то $w_{ji} = 0$;
- если $w_{ij} = 1$ и $w_{jk} = 1$, то $w_{ik} = 1$.

Затем составляется обобщенная матрица с помощью метода нахождения медианы. Все элементы медианы определяются по правилу большинства голо-

сов, т. е. элемент обобщенной матрицы равен 1 только в том случае, если половина или больше экспертов посчитали этот элемент равным 1.

На основе обобщенной матрицы определите ранги систем. Сумма элементов матрицы по строке даст ранг объекта в порядке увеличения предпочтения (самый худший объект получит ранг 1, самый лучший – максимальный ранг), сумма элементов матрицы по столбцу – ранг объекта в порядке убывания предпочтения.

4. Непосредственная оценка систем.

Необходимо выбрать шкалу для оценки систем, например, действительные числа на отрезке $[0, 1]$, балльная оценка (по 5-, 10-, 100-балльной шкале), лингвистические значения (отлично, хорошо, удовлетворительно, и т.д.). В случае использования лингвистических оценок, нужно определить схему их перевода в балльные оценки, например: «отлично» – 1,0; «очень хорошо» – 0,75; «хорошо» – 0,625; «удовлетворительно» – 0,5; «посредственно» – 0,25; «неудовлетворительно» – 0.

Каждый из членов группы оценивает системы.

Затем определите коэффициенты компетентности экспертов k_i – числа в интервале $[0, 1]$. Причем сумма коэффициентов должна быть равна 1: $\sum_{i=1}^m k_i = 1$.

Сформируйте обобщенные оценки систем по формуле $a_j = \sum_{i=1}^m k_i a_{ij}$.

Результаты оформляются в виде таблицы (таблица 1.1.4).

Таблица 1.1.4 – Результаты непосредственной оценки объектов

	компетентность	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Эксперт 1	k_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
Эксперт 2	k_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
Эксперт 3	k_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}
Обобщенная оценка		a_1^*	a_2^*	a_3^*

5. Последовательное сравнение методом Черчмена-Акоффа.

Расположите объекты в порядке предпочтения и произведите непосредственную оценку объектов числами на отрезке $[0,1]$, например:

$$\begin{array}{cccc} x_1 & \succ & x_2 & \succ & x_3 & \succ & x_4 \\ 1.0 & & 0.8 & & 0.5 & & 0.2 \end{array}$$

Решите, будет ли первый объект превосходить по предпочтительности все остальные объекты вместе взятые. Если да, то увеличьте оценку первого объекта так, чтобы она стала больше суммы оценок остальных объектов, например:

$$\begin{array}{l} x_1 \succ (x_2 + x_3 + x_4) \\ \mathbf{1.6} > (0.8 + 0.5 + 0.2) \end{array}$$

В противном случае он измените оценку первого объекта так, чтобы она стала меньше, чем сумма оценок остальных объектов.

Решите, будет ли второй объект предпочтительнее, чем все последующие вместе взятые объекты, и скорректируйте оценку второго объекта таким же образом, как для первого. Например:

$$x_1 \quad x_2 \quad < \quad (x_3 + x_4)$$

$$1.6 \quad \mathbf{0.6} < (0.5 + 0.2)$$

Продолжите операцию сравнения предпочтительности последующих объектов и изменения числовых оценок этих объектов пока не переберете все объекты.

Нормируйте результаты последовательного сравнения: определите сумму оценок и поделите каждую оценку на эту сумму, например:

$$x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4$$

$$1.6 + 0.6 + 0.5 + 0.2 = 2.9$$

$$0.56 \quad 0.2 \quad 0.17 \quad 0.07$$

6. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- цель сравнения и объекты (системы) для сравнения;
- индивидуальные и обобщенная ранжировки систем (таблица 1.1.1);
- коэффициент конкордации, качественная оценка согласованности мнений экспертов;
- результаты парных сравнений (индивидуальные и обобщенная матрицы, ранги);
- шкала для непосредственной оценки, результаты непосредственной оценки (таблица 1.1.4);
- результаты последовательного сравнения на каждом шаге.

Практическая работа №2 **«Оценка систем по множеству критериев»**

Цель работы: Получить практические навыки оценки систем по множеству критериев с помощью различных методов интеграции измерений.

Самостоятельная работа: Изучение методов нормирования измерений, методов свертки (аддитивной, мультипликативной), метода идеальной точки.

Литература: [1 (п. 2.3.2), 2 (п. 7.2), 3 (п.п. 2.2, 2.5.2)].

Порядок выполнения:

1. Выбор объектов оценивания и критериев.

Необходимо выбрать объекты (системы) для оценивания и выбрать частные критерии (3-4). Желательно включить критерии, значения которых можно измерить объективно.

Примеры объектов и частных критериев оценки:

объекты – автомобили различных марок, критерии – цена, максимальная скорость, потребление бензина;

объекты – модели телевизоров, критерии – цена, размер, разрешение;

объекты – варианты трудоустройства, критерии – расстояние от работы до дома, заработная плата, качество работы.

2. Определение весов критериев.

Оцените важность каждого критерия по 10-балльной шкале. Определите весовые коэффициенты критериев путем нормирования (определите сумму оценок важности и поделите каждую оценку на эту сумму). Таким образом,

сумма весовых коэффициентов должна быть равна 1: $\sum_{i=1}^m v_i = 1$.

3. Нормирование значений критериев.

Приведите конкретные значения (результаты измерений объектов) по каждому критерию. Для тех критериев, которые не могут быть измерены объективно, определите качественные оценки методом непосредственной оценки.

Нормируйте значения критериев. В случае, когда чем больше значение критерия, тем оно должно оцениваться выше, используйте формулу:

$$q_i(x_j) = \frac{q_i^{ab}(x_j) - q_i^{\min}}{q_i^{\max} - q_i^{\min}},$$

где q_i^{\min} q_i^{\max} – соответственно минимальное и максимальное значения i -го критерия (эти значения рекомендуется определять не по множеству оцениваемых объектов, а задать максимально и минимально возможные значения по всему множеству подобных объектов).

В случае, когда чем меньше значение критерия, тем оно должно оцениваться выше, используйте формулу:

$$q_i(x_j) = \frac{q_i^{\max} - q_i^{ab}(x_j)}{q_i^{\max} - q_i^{\min}}.$$

Результаты представьте в виде таблицы (таблица 1.2.1).

Таблица 1.2.1 – Результаты измерения и нормирования объектов

Критерий	Важность (балл)	Абсолютные значения			Максимальное значение	Минимальное значение
		Объект 1	Объект 2	Объект 3		
Критерий 1	w_1	q_{11}^{ab}	q_{12}^{ab}	q_{13}^{ab}	q_1^{\max}	q_1^{\min}
Критерий 2	w_2	q_{21}^{ab}	q_{22}^{ab}	q_{23}^{ab}	q_2^{\max}	q_2^{\min}
Критерий 3	w_3	q_{31}^{ab}	q_{32}^{ab}	q_{33}^{ab}	q_3^{\max}	q_3^{\min}
Критерий	Весовой коэф.	Нормированные значения				
Критерий 1	v_1	q_{11}	q_{12}	q_{13}		
Критерий 2	v_2	q_{21}	q_{22}	q_{23}		
Критерий 3	v_3	q_{31}	q_{32}	q_{33}		

4. Оценка методом аддитивной свертки.

Вычислите интегральные оценки объектов по формуле средневзвешенного арифметического:

$$\hat{q}(x_j) = \sum_{i=1}^m v_i q_i(x_j), j = \overline{1, n}.$$

5. Оценка методом мультипликативной свертки.

Вычислите интегральные оценки объектов по формуле средневзвешенного геометрического:

$$\hat{q}(x_j) = \prod_{i=1}^m q_i(x_j)^{v_i}, j = \overline{1, n}$$

6. Оценка методом идеальной точки.

Вычислите интегральные оценки объектов, используя формулу взвешенной суммы расстояний от идеальной точки:

$$\hat{q}(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m v_i (q_i(x_0) - q_i(x_j))^2}, j = \overline{1, n}.$$

Идеальным значением по каждому критерию является наилучшее значение. Учитывая, что все оценки нормированы, т.е. находятся в интервале $[0, 1]$, наилучшим значением можно считать 1: $q_i(x_0) = 1$.

7. Определение наилучшего объекта.

Внесите результаты оценки объектов различными методами в таблицу (таблица 1.2.2). Для каждого метода определите объект с наилучшей интегральной оценкой. Для методов аддитивной и мультипликативной свертки наилучшим является объект, имеющий максимальное значение интегрального критерия, для метода идеальной точки – минимальное значение критерия.

Таблица 1.2.2 – Результаты оценки объектов по множеству критериев

Метод интеграции	Интегральные оценки			Наилучший объект
	Объект 1	Объект 2	Объект 3	
Аддитивная свертка	q_1	q_2	q_3	
Мультипликативная свертка	q_1	q_2	q_3	
Метод идеальной точки	q_1	q_2	q_3	

8. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- объекты оценивания и частные критерии;
- результаты измерения и нормирования объектов (таблица 1.2.1);
- интегральные оценки объектов по множеству критериев (таблица 1.2.2).

Практическая работа №3 **«Оценивание систем в условиях неопределенности»**

Цель работы: Получить практические навыки в выборе управления системами в условиях риска.

Самостоятельная работа: Изучение методов выбора управления в условиях риска (критериев среднего выигрыша, Лапласа, Вальда, максимакса, Гурвица, Сэвиджа).

Литература: [1 (п. 2.3.3), 2 (п. 7.6), 3 (п. 2.5.4)].

Порядок выполнения:

1. Описание задачи выбора.

Определите задачу выбора, указав цель, варианты управления (2-4), возможные ситуации (2-4), критерий эффективности.

Примеры описаний задач выбора:

цель – покупка акций, варианты управления – количество покупаемых акций (20, 100, 500), ситуации – возможные дивиденды или цена продажи (100 руб., 500 руб., 1000 руб.), критерий – доход;

цель – открытие фирмы, варианты управления – максимальная производительность (100 изделий в месяц, 300, 500), ситуации – прогнозируемое среднее число клиентов в месяц (10 чел., 50 чел., 100 чел.), критерий – прибыль;

цель - разработка информационной системы, варианты управления – сложность системы и/или трудоемкость ее создания (50 человеко-часов, 200, 500), ситуации - количество покупателей (5, 10, 50) и/или прогнозируемая договорная цена (50 тыс. руб, 200 тыс. руб., 500 тыс. руб.), критерий – доход.

2. Определение значений критериев и вероятностей ситуаций.

Определите оценки эффективности системы для каждого варианта управления при каждой ситуации, а также вероятности появления ситуаций.

Пример.

Рассмотрим задачу выбора варианта покупки акций.

Допустим, цена одной акции составляет 50 руб. Тогда для варианта покупки 20 акций расходы составят $50 \cdot 20 = 1000$ руб. В случае если дивиденды составят 100 руб. на акцию, доход составит (с учетом расходов на покупку): $100 \cdot 20 - 1000 = 1000$ руб.

Аналогично можно подсчитать доход для других ситуаций. Так же определяются значения критерия для других вариантов в различных ситуациях.

Вероятность каждой ситуации определяется методом непосредственной оценки. При этом сумма вероятностей должна быть равна 1: $\sum_{i=1}^m p_i = 1$

Вычисленные значения критериев и вероятности ситуаций представьте в виде таблицы (таблица 1.3.1).

Таблица 1.3.1 – Матрица эффективности вариантов управления

Возможные ситуации	Вероятность	Эффективность вариантов управления		
		u_1	u_2	u_3
w_1	p_1	k_{11}	k_{12}	k_{13}
w_2	p_2	k_{21}	k_{22}	k_{23}
w_3	p_3	k_{31}	k_{32}	k_{33}

3. Оценка вариантов по критерию среднего выигрыша.

Оцените эффективность каждого варианта управления по формуле математического ожидания:

$$K(u_j) = \sum_{i=1}^m p_i k_{ij}, \quad j = 1, \dots, n.$$

4. Оценка вариантов по критерию Лапласа.

Оцените эффективность каждого варианта управления по формуле среднего арифметического:

$$K(u_j) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m k_{ij}, \quad j = 1, \dots, n.$$

5. Оценка вариантов по критериям Вальда и максимакса.

Оцените эффективность каждого варианта управления по критерию пессимизма (Вальда):

$$K(u_j) = \min_i k_{ij}, \quad j = 1, \dots, n$$

и по критерию оптимизма (максимакса):

$$K(u_j) = \max_i k_{ij}, \quad j = 1, \dots, n.$$

6. Оценка вариантов по критерию Гурвица.

Определите коэффициент оптимизма α ($0 \leq \alpha \leq 1$). Чем выше уровень оптимизма, тем больше значение коэффициента.

Оцените эффективность каждого варианта управления по формуле:

$$K(u_j) = \alpha \max_i k_{ij} + (1 - \alpha) \min_i k_{ij}, \quad j = 1, \dots, n$$

7. Оценка вариантов по критерию Сэвиджа.

Преобразуйте матрицу эффективности (таблица 3.1) в матрицу потерь (риска). Каждый элемент матрицы потерь определяется как разность между максимальным (по всем вариантам) и текущим (для данного варианта) значениями оценок эффективности:

$$\Delta k_{ij} = \max_j k_{ij} - k_{ij}.$$

Оцените эффективность каждого варианта управления по формуле:

$$K(u_j) = \max_i \Delta k_{ij}, \quad j = 1, \dots, n.$$

8. Внесите результаты оценки вариантов управления по различным критериям в таблицу (таблица 1.3.2). Для каждого критерия определите оптимальный вариант. Для всех критериев, кроме критерия Сэвиджа, оптимальным является вариант с максимальным значением эффективности, для критерия Сэвиджа – с минимальным значением.

Таблица 1.3.2 – Результаты оценки эффективности вариантов управления

Критерий	Эффективность по критериям			Наилучший вариант
	u_1	u_2	u_3	
Среднего выигрыша	$K(u_1)$	$K(u_2)$	$K(u_3)$	u^{opt}
Лапласа	$K(u_1)$	$K(u_2)$	$K(u_3)$	u^{opt}
Максимина (Вальда)	$K(u_1)$	$K(u_2)$	$K(u_3)$	u^{opt}
Максимакса	$K(u_1)$	$K(u_2)$	$K(u_3)$	u^{opt}
Гурвица ($\alpha = \dots$)	$K(u_1)$	$K(u_2)$	$K(u_3)$	u^{opt}
Сэвиджа	$K(u_1)$	$K(u_2)$	$K(u_3)$	u^{opt}

3. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- описание задачи выбора управления в условиях риска;
- оценки эффективности системы для каждого варианта управления при каждой ситуации, вероятности появления ситуаций (таблица 1.3.1);
- матрица потерь (риска);
- вычисленные значения по различным критериям для каждого варианта управления (таблица 1.3.2).

Практическая работа №4 **«Декомпозиция систем»**

Цель работы: Получить практические навыки в формировании модели структуры сложных систем.

Самостоятельная работа:

Изучение методов декомпозиции, стандартных оснований декомпозиции, методологий структурного анализа.

Литература: [1 (п.п. 2.4.1, 3.2), 2 (п.п. 8.2, 8.3), 3 (п. 1.4.2)].

Порядок выполнения:

1. Выбор объекта декомпозиции – организации (предприятия, фирмы, компании), занимающейся производством каких-либо продуктов или оказанием услуг. Примеры: фирма по продаже и ремонту компьютеров, агентство по трудоустройству, салон-мастерская по производству и продаже мебели, агентство по недвижимости, ателье по пошиву одежды, строительная компания, туристическое агентство, рекламное агентство.

2. Декомпозиция «надсистемы».

Декомпозируйте «надсистему» выбранной системы, используя стандартные основания декомпозиции:

- «Система – среда» – исследуемая система и окружающая среда;
- «Макросреда – микросреда» – совокупность факторов общественной жизни, оказывающих влияние на систему, и совокупность организаций, непосредственно или опосредованно связанных с системой;
- «Подсистемы макросреды» – технологическое, экономическое, географическое, социально-культурное, политико-правовое окружение;
- «Подсистемы микросреды» – вышестоящие органы управления, подведомственные организации, поставщики, партнеры, клиенты, конкуренты.

При выделении подсистем давайте как можно более конкретные наименования. Например, при выделении подсистем микросреды можно указать конкретные организации-поставщики, вышестоящие органы, группы потребителей.

Результат декомпозиции представьте в виде схемы (дерева) или структурированного списка. Можете привести краткое описание отдельных подсистем окружающей среды.

3. Декомпозиция деятельности системы.

Декомпозируйте деятельность выбранной системы, используя стандартные основания декомпозиции:

- «Основная – обеспечивающая деятельность» – производство продуктов (оказание услуг) и обслуживание инфраструктуры;
- «Виды конечных продуктов» – процессы производства различных продуктов (оказания различных видов услуг);
- «Жизненный цикл основной деятельности» – маркетинг, проектирование и разработка продукта, материально-техническое снабжение (закупки); производство продукта (предоставление услуги); упаковка и хранение продукта; транспортировка и реализация.
- «Виды обеспечивающей деятельности» – обслуживание оборудования, обслуживание зданий, информационное обеспечение; управление персоналом, охрана труда и техника безопасности, PR-деятельность, финансовая деятельность, юридическое обеспечение.
- «Технологические этапы» – отдельные этапы основных или обеспечивающих процессов, предусмотренные технологией.

Старайтесь давать подсистемам конкретные наименования. Так, при выделении подсистем по видам конечных продуктов указывайте конкретную продукцию (услуги). Выделение этапов жизненного цикла и технологических производите, исходя из используемой в системе технологии.

Результат декомпозиции представьте в виде иерархии подсистем. Желательно для каждого уровня (подуровня) указывать, с помощью какого основания декомпозиции он получен. Можете привести краткое описание отдельных подсистем.

4. Описание связей подсистем друг с другом и с окружающей средой.

Создайте схему взаимодействия подсистем. Для разных уровней (подуровней) могут быть составлены отдельные схемы.

На схеме обязательно нужно указать, что конкретно означает та или иная связь. Помимо указания меток возле линий связи на схеме, можно описать связи в текстовом виде. Для выделения отдельных видов связей можно использовать различные типы линий или цвет. Например, материальные потоки можно изображать сплошной линией, информационные – пунктирной, финансовые – точечной.

5. Выделение структурных элементов подсистем.

Выберите несколько подсистем нижнего уровня (4-5) и выделите для каждой из них структурные элементы, используя стандартное основание декомпозиции «Структурные элементы деятельности», включающее следующие группы элементов:

- входы/предметы деятельности (сырье, материалы, комплектующие, информация);
- выходы/результаты деятельности (продукт, услуга, информация);
- кадры/субъекты деятельности (люди, выполняющие деятельность);
- оборудование/средства деятельности (станки, машины, инструменты, средства связи, помещения).

Результаты приведите в виде таблицы (пример - таблица 1.4.1).

Таблица 1.4.1 – Структурные элементы деятельности

Предметы деятельности	Средства деятельности	Субъекты деятельности	Результаты деятельности
Подсистема «Транспортировка мебели заказчику»			
Изготовленная и упакованная мебель, накладная	Автомобиль «Газель»	Водитель, 2 грузчика	Доставленная заказчику мебель, Расписка в получении
Подсистема «Прием заказа»			
Информация от заказчика	Каталоги, выставочные образцы, бланки заказов	Продавец-консультант	Оформленный заказ

6. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- состав подсистем «надсистемы» в виде схемы (дерева) или структурированного списка;
- иерархия подсистем в виде схемы (дерева);
- схемы взаимосвязей системы с окружающей средой;
- перечни структурных элементов деятельности подсистем (таблица 1.4.1).

Практическая работа №5

«Комбинаторные методы композиции»

Цель работы: Получить практические навыки в формировании вариантов систем методом морфологического анализа, а также функций системы методом структурно-функционального проектирования Казарновского.

Самостоятельная работа: Изучение метода морфологического анализа и метода структурно-функционального проектирования Казарновского.

Литература: [1 (п. 2.4.2), 2 (п. 9.5), 3 (п. 2.4.6)].

Порядок выполнения:

1. Выбор объекта (системы) для морфологического анализа.

Выберите проектируемую систему, определите требования к проектируемой системе и критерии оценки качества вариантов. Примеры:

система – шкаф-купе, требование – возможность разместить одежду и обувь членов семьи из трех человек, критерии оценки – удобство, красота;

система – здание (сооружение), требование – возможность разместить рабочие места 300 человек, критерий оценки – комфортность работы в здании;

система – компьютерная программа, требование – способность обрабатывать данные о кадрах (осуществлять запись, хранение, поиск, выдачу), критерии оценки – удобство пользователя, трудоемкость создания.

2. Составление морфологической таблицы.

Задайте признаки (4-5) системы. Примеры признаков:

для системы «шкаф-купе»: количество дверей, материал, цвет, наличие задней стенки, количество полок;

для системы «здание»: количество этажей, общая площадь, количество комнат и т.д.;

для системы «компьютерная программа»: язык программирования, СУБД, наличие удаленного доступа и т.д.

Предложите альтернативные варианты для каждого признака (варианты могут быть комбинированными). Результаты оформите в виде морфологической таблицы (пример – таблица 1.5.1).

Таблица 1.5.1 – Морфологическая таблица для объекта «шкаф-купе»

Признаки	Альтернативные варианты значений признаков			
A1- количество дверей	A11 - 1	A12 - 2	A13 - 3	
A2 – цвет	A21 - орех	A22 - ротанг	A23 –белый	A24 = орех + ротанг
...

3. Морфологический синтез.

Осуществите синтез вариантов путем последовательного комбинирования признаков: сначала комбинируются два признака, затем оставшиеся после отбрасывания комбинации комбинируются со следующим признаком и т.д. Пример результатов выполнения первого и второго шага морфологического синтеза – в таблицах 1.5.2 и 1.5.3. При отбрасывании худших комбинаций учитывайте требования и критерии.

Таблица 1.5.2 – Первый шаг синтеза

	A21	A22	A23	A24
A11	×		×	
A12	×	×		×
A13		×	×	×

Таблица 1.5.3 – Второй шаг синтеза

	A11+ A22	A11+ A24	A12+ A23	A13+ A21
A31	×		×	×
A32	×			
A33		×		

Результаты представьте в виде таблицы (пример – таблица 1.5.4).

Таблица 1.5.4 – Результаты морфологического синтеза.

Варианты	Количество дверей	Цвет	Задняя стенка	Количество полок
Вариант 1	3	орех	нет	4
Вариант 2	1	орех	да	6
...

4. Выбор объекта для проектирования по методу Казарновского.

Выберите производственную систему, для которой будут формироваться основные и обеспечивающие функции. Примеры систем: кондитерская фабрика, магазин, автосервис, кафе, туристическая фирма, цветочный салон, мастерская по производству мебели на заказ, рекламное агентство, гостиница.

5. Формирование основных функций.

Сформируйте сначала комбинации (4-5) из двух основных функций, выберите их из следующего списка:

- *h* – производство (выпуск продукции, оказание услуг);
- *v* – жизнеобеспечение (поддержание элементов системы);
- *p* – организация (адаптация к внешним воздействиям);
- *c* – управление;
- *f* – обновление (создание новой продукции, услуг, технологий).

Запишите кодовые обозначения комбинаций (например, *ch*, *vh*). Дайте им интерпретацию – текстовое наименование. Наименования давайте с учетом предметной области, например, для магазина *h* – процесс продажи, для автосервиса – ремонт автомобилей.

Пример интерпретации комбинированных функций для объекта «магазин»:

vh – закупка товаров для продажи;

ph – установка торгового оборудования;

ch – управление персоналом магазина.

Избегайте абстрактных названий, например: управление жизнеобеспечением, организация управления, обновление производства. Чем конкретнее и полнее Вы раскроете смысл функции, тем лучше.

Взяв полученные комбинации за основу (часть из них), сформируйте комбинации из трех функций (3-5), а затем – из четырех (3-5). Запишите кодовые обозначения (например, *pcfh*, *cpvh*) Дайте им интерпретацию.

6. Формирование с функций, связанных со структурными элементами.

Выберите часть функций, сформированных на предыдущем шаге, и скомбинируйте их с подфункциями по обеспечению предметами деятельности:

i – обеспечение предметами деятельности,

k – обеспечение инструментами,

l – обеспечение энергией,

o – вывод продукции,

t – технологическое преобразование.

Общее количество функций – не менее 5. Запишите кодовые обозначения функций и дайте им интерпретацию, учитывая, какие конкретно структурные элементы содержит рассматриваемый процесс. Например, для процесса обслуживания в кафе предметы деятельности – это продукты и заказы клиентов, для ремонта автомобилей – ремонтируемые автомобили, запчасти и заявки.

Учитывайте, в каком порядке следуют буквы в коде функции – от этого зависит интерпретация. Например, для объекта «автосервис» функция *cth* будет означать управление технологией ремонта автомобилей, а функция *tch* - принятие решений по управлению процессом ремонта (для управления *i* – получение входной информации, *t* – принятие решения, *o* – выдача решения).

7. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- выбранная система для проектирования методом морфологического анализа, требования и критерии оценки;
- морфологическая таблица (таблица 1.5.1),
- таблицы для каждого шага морфологического синтеза,
- результирующая таблица (таблица 1.5.4);
- выбранная производственная система для проектирования по методу Казарновского;
- кодовые обозначения и интерпретации основных функций производственной системы;
- кодовые обозначения и интерпретации функций, связанных со структурными элементами.

Практическая работа №6 «Способы организации экспертиз»

Цель работы: Получить практические навыки в организации экспертиз, основанных на активизации мышления экспертов и предназначенных для поиска нестандартных решений.

Самостоятельная работа: Изучение метода мозговой атаки, метода Дельфи.

Литература: [1 (п. 3.1.3), 2 (п.п. 7.10, 9.5), 3 (п.п. 2.4.1, 2.4.4)].

Порядок выполнения:

1. Формирование групп экспертов, выбор решаемой проблемы.

Необходимо сформировать группы экспертов по 5-12 человек. В каждой группе необходимо выбрать ведущего и секретаря – человека, который будет фиксировать все мнения или записывать их на диктофон (секретарь также может участвовать в обсуждении). Затем группа выбирает проблему, которую ей предстоит решить. Примеры проблем:

- как обеспечить безопасность прохожих в условиях риска падения сосулек с крыш зданий;
- как стимулировать своевременную оплату коммунальных услуг;
- как резко сократить воровство цветных металлов;
- как сократить количество случаев порчи имущества (скамеек, парт).

2. Проведение мозговой атаки в каждой группе.

В течение 10-20 минут проводится сеанс мозговой атаки. При этом ведущий должен обеспечить соблюдение участниками всех правил проведения мозговой атаки:

- сознательное генерирование как можно большего количества вариантов (идеи высказываются кратко);
- запрет критики любой идеи, какой бы дикой она ни казалась;
- предпочтительное использование не логического мышления, а фантазии, ассоциаций, образного мышления;
- комбинирование или усовершенствование идей, предложенных участниками мозговой атаки.

Ведущий должен следить, чтобы обсуждение не прерывалось и не шло в слишком узком направлении.

По окончании сеанса на основе зафиксированных секретарем записей составляется отредактированный список идей.

3. Выбор объекта для экспертного оценивания по методу Дельфи.

Каждая группа, сформированная на шаге 1, выбирает 2-3 варианта решения проблемы, предложенных в ходе проведения мозговой атаки, и критерии,

по которым будут оцениваться данные варианты. Примеры критериев – «реализуемость», «эффективность», «надежность», «привлекательность». Выбирается шкала оценок (например, 10-балльная). Может использоваться одна шкала для всех критериев или разные шкалы.

4. Проведение первого тура по методу Дельфи.

Каждый из членов группы оценивает выбранные варианты по предложенным критериям без обсуждения с другими участниками. Результаты записывает на листке и сдает его руководителю группы. Руководитель совместно с секретарем составляет сводную таблицу с результатами для каждого оцениваемого варианта (табл. 1.6.1). Для каждого варианта по каждому критерию вычисляется средняя оценка (например, среднеарифметическое значение).

Таблица 1.6.1 – Результаты первого тура экспертного оценивания по методу Дельфи

Критерии	Оценки экспертов					Средняя оценка
	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	
Вариант 1 решения проблемы						
Критерий 1	$q_{11}(x_1)$	$q_{12}(x_1)$	$q_{13}(x_1)$	$q_{14}(x_1)$	$q_{15}(x_1)$	$q_1(x_1)$
Критерий 2	$q_{21}(x_1)$	$q_{22}(x_1)$	$q_{23}(x_1)$	$q_{24}(x_1)$	$q_{25}(x_1)$	$q_2(x_1)$
Вариант 2 решения проблемы						
Критерий 1	$q_{11}(x_2)$	$q_{12}(x_2)$	$q_{13}(x_2)$	$q_{14}(x_2)$	$q_{15}(x_2)$	$q_1(x_2)$
Критерий 2	$q_{21}(x_2)$	$q_{22}(x_2)$	$q_{23}(x_2)$	$q_{24}(x_2)$	$q_{25}(x_2)$	$q_2(x_2)$

5. Проведение второго тура по методу Дельфи.

Секретарь сообщает членам группы результаты обработки первого тура опроса. Если мнение эксперта сильно отклоняется от среднего значения (например, больше, чем на 2 балла), то его просят аргументировать свое мнение или изменить его. По результатам второго тура вносятся корректировки в сводную таблицу и/или в качестве приложения к таблице приводятся (в виде сносок) аргументы для тех оценок, которые эксперты не пожелали изменить.

6. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- исходная проблема;
- список идей, предложенных в ходе мозговой атаки;
- объекты экспертного оценивания (варианты решения проблемы);
- таблица с результатами первого тура оценки по методу Дельфи (таблица 1.6.1);
- таблицы с результатами второго тура оценки и/или аргументы экспертов с отличающимися мнениями.

Практическая работа №7 «Метод анализа иерархий»

Цель работы: Получить практические навыки в формировании иерархии целей и ее анализе (определении приоритетов целей).

Самостоятельная работа:

Изучение метода анализа иерархий Томаса Саати.

Литература: [1 (п. 3.3.3), 3 (п. 2.4.5), 4 (глава 3)].

Порядок выполнения:

1. Выбор системы и решаемой проблемы.

Выберите систему (процесс) и основную проблему. Примеры:

система – продвижение программного продукта на рынок, проблема – выбор способа продвижения;

система – учебно- (научно-) исследовательская работа студентов, проблема – выбор формы проведения исследований;

система – промышленная компания, проблема – выбор стратегии завоевания рынка.

2. Иерархическое представление проблемы (построение дерева целей).

Рекомендуется следующий порядок следования уровней:

- глобальная цель (фокус);
- акторы – группы лиц, заинтересованных в решении проблемы;
- цели акторов;
- политики акторов для достижения их целей (необязательный уровень);
- альтернативные сценарии, реализующие политики акторов.

Пример иерархии приведен на рис. 1.7.1.

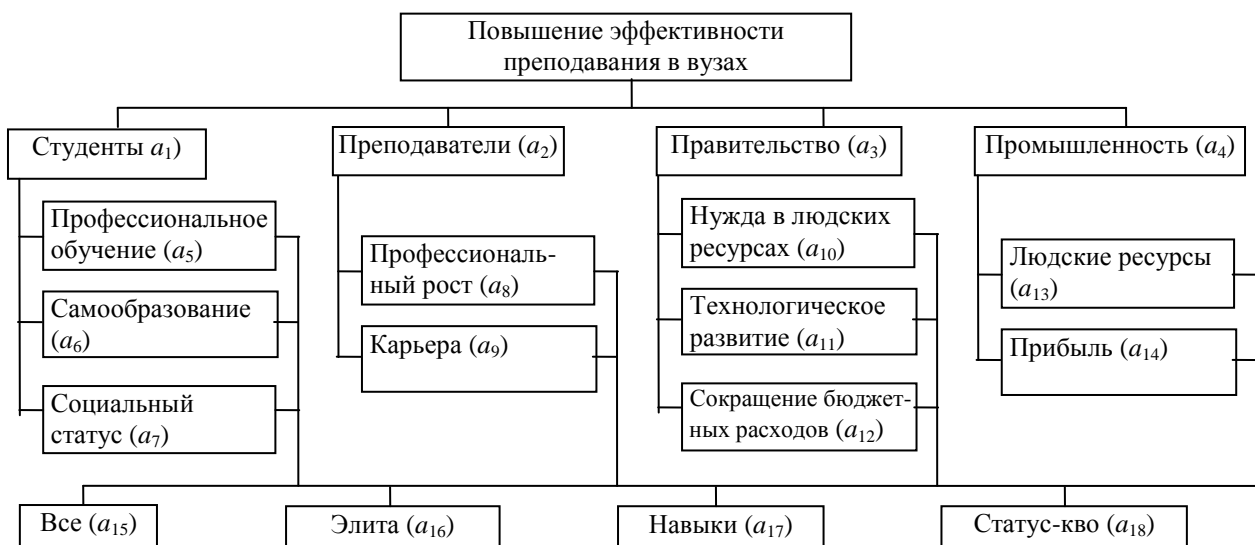


Рисунок 1.7.1 – Иерархия влияния на высшее образование

Представленные на схеме сценарии: «Все» – образование для всех, «Элита» – образование

для избранных, «Навыки» – упор на приобретение профессиональных навыков, «Статус-кво» - ничего не меняется.

3. Построение матриц парных сравнений.

Постройте матрицы парных сравнений для сформированной иерархии. Каждой совокупности элементов, связанных с одним вышестоящим элементом (направляемым), соответствует одна матрица. Например, для иерархии, представленной на рис. 1.7.1 будут построены матрицы: одна матрица для второго уровня (сравнение влияния акторов на глобальную цель), четыре матрицы для третьего уровня (сравнение различных целей каждого из четырех акторов); десять матриц для четвертого уровня (сравнение влияния сценариев на каждую из целей акторов).

Пример матрицы приведен на рис. 1.7.2.

	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	1	2	1/2	4
a_2	1/2	1	1/3	3
a_3	2	3	1	6
a_4	1/4	1/3	1/6	1

Рисунок 1.7.2 - Матрица парных сравнений

Используйте относительную шкалу от 1 до 9 (чем выше степень превосходства, тем больше балл). Для каждой матрицы парных сравнений $\|a_{ij}\|$ должны выполняться следующие условия:

$1 \leq a_{ij} \leq 9$, если i -ый элемент важнее j -го или эквивалентен ему,

$$a_{ji} = 1/a_{ij}, \quad a_{ii} = 1.$$

Таким образом, матрицы являются обратносимметричными.

симметричными.

4. Определение локальных приоритетов.

На основе каждой из построенных матриц парных сравнений формируются наборы локальных приоритетов, которые отражают относительную важность сравниваемых элементов по отношению к вышестоящему элементу.

Вектор локальных приоритетов можно получить, перемножая элементы в каждой строке и извлекая корни n -й степени, где n – число элементов. Полученный таким образом столбец чисел нормализуется делением каждого числа на сумму всех чисел. Например, на основе матрицы, представленной на рис. 1.7.2, получим следующие значения для каждой из строк матрицы:

$$a_1 - \sqrt[4]{1 \cdot 2 \cdot (1/2) \cdot 4} \approx 1,414,$$

$$a_2 - \sqrt[4]{(1/2) \cdot 1 \cdot (1/3) \cdot 3} \approx 0,841,$$

$$a_3 - \sqrt[4]{2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 6} \approx 2,45,$$

$$a_4 - \sqrt[4]{(1/4) \cdot (1/3) \cdot (1/6) \cdot 1} \approx 0,34.$$

Если теперь поделить каждую из полученных компонент на их сумму, равную 5.045, то получим следующие нормализованные приоритеты: $a_1 - 0,28$, $a_2 - 0,167$; $a_3 - 0,485$, $a_4 - 0,068$.

5. Проверка согласованности матриц (необязательный этап)

Индекс согласованности обратносимметричной матрицы парных сравнений вычисляется по формуле:

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

где n – размерность матрицы (число сравниваемых элементов), λ_{\max} – наибольшее собственное значение матрицы.

Значение λ_{\max} может быть вычислено следующим образом. Суммируется каждый столбец матрицы, затем сумма первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов, сумма второго столбца – на вторую компоненту и т.д. затем полученные числа суммируются.

Чтобы судить о согласованности матрицы, нужно сравнить вычисленный ИС с индексом, вычисленным для абсолютно не согласованной матрицы, полученной при случайном выборе суждений. В таблице 1.7.1 приведены средние значения случайной согласованности для матриц различной размерности.

Таблица 1.7.1 – Индексы согласованности для случайных матриц разного порядка

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИС _{случ}	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Если разделить ИС на ИС_{случ} для матрицы того же порядка, будет получено отношение согласованности (ОС). Величина ОС должна быть порядка 10% или менее, чтобы быть приемлемой.

6. Вычисление глобальных приоритетов.

Локальные приоритеты пересчитываются с учетом приоритетов направляемых элементов. Глобальные приоритеты рассчитываются, начиная со второго уровня вниз.

Локальные приоритеты элементов второго уровня умножаются на приоритет глобальной цели. Однако, учитывая, что вес единственной цели самого верхнего уровня всегда равен единице, глобальные приоритеты элементов второго уровня равны их локальным приоритетам.

Для определения глобального приоритета элемента третьего уровня его локальный приоритет «взвешивается», т.е. умножается на глобальный приоритет направляемого элемента. Если направляемых элементов несколько, то находится сумма взвешенных приоритетов по всем направляемым элементам. Аналогичным образом определяются глобальные приоритеты элементов следующего уровня. Процедура продолжается до самого нижнего уровня.

7. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- выбранная система и решаемая проблема;
- иерархическое представление проблемы (схема);
- матрицы парных сравнений;
- локальные приоритеты целей;
- индексы и оценки согласованности матриц (необязательно);
- глобальные приоритеты целей.

2. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание №1

«Описание строения и функционирования систем»

Цель работы: Получить практические навыки в выделении компонент системы, описании свойств и структуры системы, ее взаимодействия со средой, функционирования системы во времени и управления системой.

Порядок выполнения:

1. Изучение основных понятий теории систем и системного анализа, закономерностей строения и функционирования систем.

Литература: [1 (глава 1), 2 (глава 3), 3 (п. 1.2.4)].

2. Выбор задания.

Выберите систему, для которой будете составлять описание.

Примеры систем:

- технические устройства (автомобили, компьютеры, телевизоры и т.д.);
- организации (предприятия, гостиницы, рестораны, магазины и т.д.);
- биологические системы (человек, животные, растения и т.д.);
- информационные системы (программа, компьютерная сеть и т.д.);
- целевые системы (система выборов, система водоснабжения, система безопасности, транспортная система и т.д.).

3. Построение иерархии состава.

Выделите основные подсистемы исследуемой системы. В рамках каждой их них выделите более мелкие подсистемы и элементы. Представьте компоненты системы в виде иерархии. Пример иерархии состава для радиоприемника представлен на рис. 2.1.1.

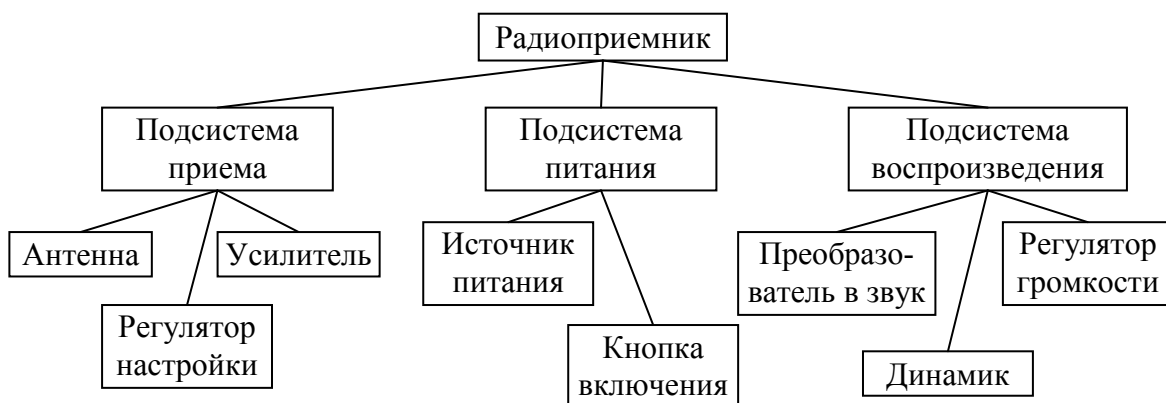


Рисунок 2.1.1 – Иерархия состава радиоприемника

4. Описание существенных свойств системы.

Опишите существенное свойство системы и его внешнее проявление (явление). Определите, является ли данное свойство эмерджентным. Ответ обоснуйте.

Например, для радиоприемника существенное свойство – способность воспроизводить звук, закодированный в виде радиоволн и посланный радиостанцией. Явление – звучание приемника, передающего радиопередачу. Данное свойство является эмерджентным, т.к. ни один из компонентов радиоприемника по отдельности не обладает им: антенна способна только улавливать радиоволны, преобразователь – преобразовывать радиоволны в звуковые и т.д..

5. Описание структуры системы и ее взаимодействия с окружением.

Выделите объекты окружающей среды. Составьте схему взаимодействия компонент системы, а также схему взаимодействия со средой (это может быть одна общая схема). Если система слишком большая и сложная, можете составить схему для некоторой подсистемы. Опишите внутренние и внешние связи.

Пример схемы взаимодействия компонент радиоприемника друг с другом и с окружающей средой представлен на рис. 2.1.2.

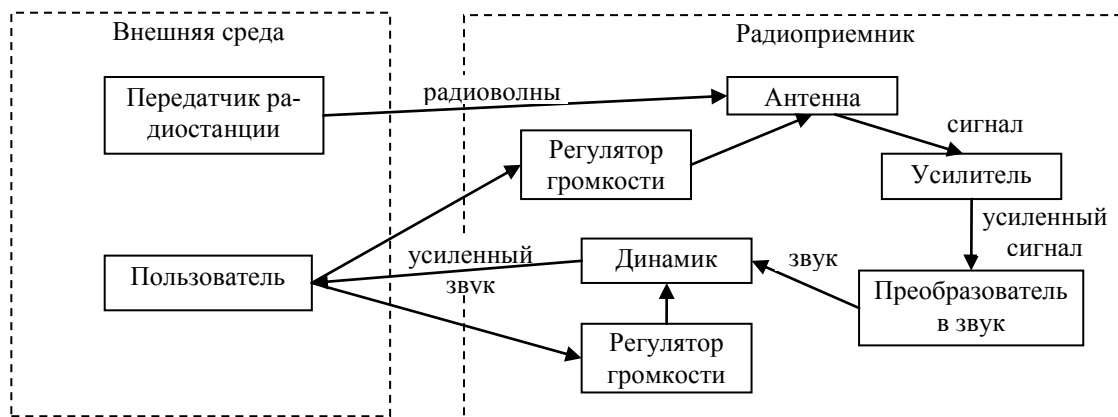


Рисунок 2.1.2 – Структура радиоприемника

6. Описание функционирования системы в пространстве состояний.

Выделите характеристики (параметры) системы. Параметры могут быть сгруппированы по типам: физические характеристики (размер, местоположение, цвет, материал), технические характеристики, экономические показатели и т.д.

Например, для радиоприемника могут быть выделены следующие параметры:

- физические (размер, цвет, материал, дизайн корпуса);
 - технические (напряжение питания, диапазон радиоволн);
 - параметры производителя (компания-производитель, страна, марка, дата производства, гарантийный срок);
- и т.д.

Из множества параметров выделите те, которые могут характеризовать поведение (функционирование) системы, т.е. которые изменяются во времени. Опишите различные состояния системы, указав конкретные значения параметров. Пример описания состояний радиоприемника приведен в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Описание состояний радиоприемника

Параметр	I состояние	II состояние	III состояние
Принимаемый диапазон радиоволн	101 FM	150 FM	150 FM
Уровень громкости	70 дб	70 дб	75 дб
Наличие помех	слабые	нет	нет

Укажите события, вызывающие переход из состояния в состояние. Например, для состояний, приведенных в таблице 1.1: настройка регулятора на другой диапазон радиоволн (переход из I в II), настройка уровня звука (переход из II в III).

7. Описание управления системой.

Определите основную цель системы. Если система является неживым объектом, цель, как правило, определяется пользователем. Например, для радиоприемника цель, задаваемая обладателем радиоприемника, - получить качественное (необходимой громкости и без помех) воспроизводство выбранной радиопередачи.

Определите, кто (что) и как управляет системой, с помощью каких управляющих воздействий осуществляется управление, используется ли в процессе управления обратная связь и если используется, то каким образом.

Например, управление радиоприемником осуществляет пользователь (внешнее управление) посредством изменения положений ручек и переключателей на корпусе радиоприемника. Управляющие воздействия: поворот ручки настройки диапазона и ручки тюнинга, поворот регулятора громкости. Обратная связь – определение на слух, наличия помех и уровня громкости звука, наблюдение за положением индикатора принимаемого диапазона радиоволн.

8. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- наименование системы;
- иерархия состава системы (схема);
- описание сущностных свойств системы;
- описание структуры системы и ее взаимодействия с окружением (схема);
- описание функционирования системы в пространстве состояний (характеристики, состояния, события);
- описание управления системой (цель, управляющие воздействия, обратная связь).

Задание №2 «Нечеткое оценивание систем»

Цель работы: Получить практические навыки в «расплывчатом» оценивании систем на основе методологии нечетких множеств.

Порядок выполнения:

1. Изучение понятия нечеткого множества, видов и способов построения функций принадлежности, процедуры получения нечеткой оценки.

Литература: [1 (п. 2.3.3), 2 (п. 6.3), 3 (п. 2.2)].

2. Описание задачи нечеткого оценивания.

Выберите тип измеряемых объектов (систем), измеряемое свойство, базовое множество значений и лингвистическую переменную. Примеры:

объекты – автомобили, свойство – скорость, базовое множество - значение скорости в км/час, лингвистическая переменная - «скорость» («высокая», «средняя», «низкая»);

объекты – груз, свойство – вес, базовое множество - значение веса в кг, лингвистическая переменная - «вес» («высокий», «средний», «низкий»);

объекты – люди, свойство – рост, базовое множество - значение роста в см, лингвистическая переменная - «рост» («высокий», «средний», «низкий»).

3. Построение функций принадлежности.

Для каждого из значений лингвистической переменной постройте функции принадлежности. Используйте трапецевидную форму функций. Результат представьте в виде графиков. Пример графиков для переменной возраст («молодой», «средний», «пожилой») представлен на рис. 2.2.1.

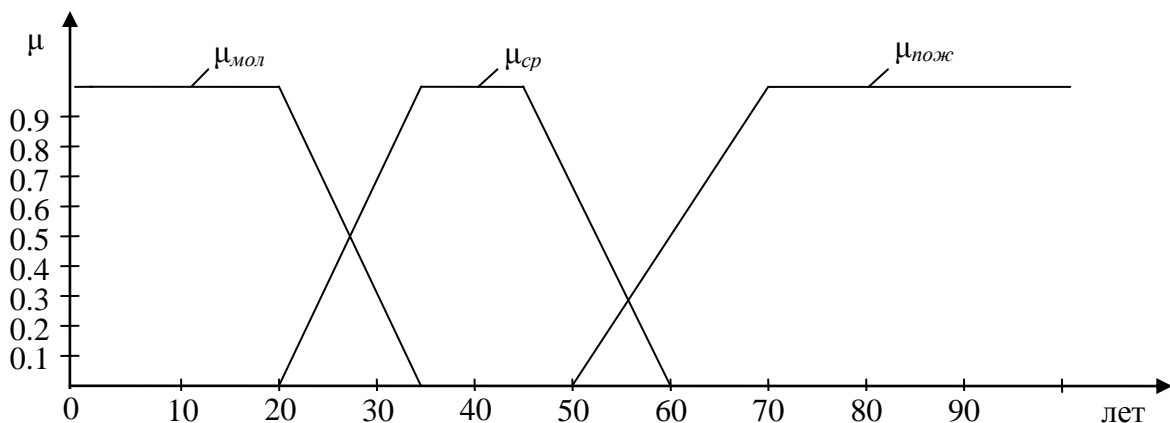


Рисунок 2.2.1 – Функции принадлежности нечетких множеств для переменной «возраст»

Вы можете использовать функции других типов – треугольные, сигмоидальные, колоколообразные и пр.

4. Задание функций принадлежности в виде формул.

Задайте функции принадлежности в виде формул. Для трапецевидных функций формулы представлены на рис. 2.2.2.

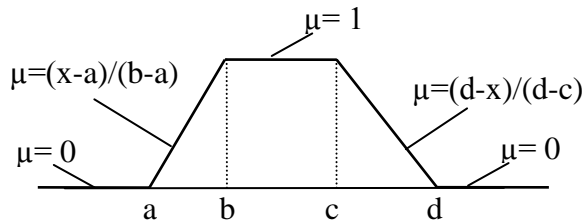


Рисунок 2.2.2 - Формулы для трапецевидной функции принадлежности

Пример формул для функций, представленных на рис. 2.2.1:

$$\mu_{\text{мол}} = 1 \text{ при } x \leq 20,$$

$$\mu_{\text{мол}} = (35 - x)/(35 - 20) \text{ при } 20 < x < 35$$

$$\mu_{\text{мол}} = 0 \text{ при } x \geq 35$$

$$\mu_{\text{ср}} = 0 \text{ при } x \leq 20 \text{ и при } x \geq 60$$

$$\mu_{\text{ср}} = (x - 20)/(35 - 20) \text{ при } 20 < x < 35$$

$$\mu_{\text{ср}} = 1 \text{ при } 35 \leq x \leq 45$$

$$\mu_{\text{ср}} = (60 - x)/(60 - 45) \text{ при } 45 < x < 60$$

$$\mu_{\text{пож}} = 0 \text{ при } x \leq 50$$

$$\mu_{\text{пож}} = (x - 50)/(70 - 50) \text{ при } 50 < x < 70$$

$$\mu_{\text{пож}} = 1 \text{ при } x \geq 70.$$

5. Нечеткое оценивание объектов.

Выберите несколько (3-4) конкретных объектов выбранного типа с конкретными значениями измеряемого свойства на базовом множестве значений. Определите нечеткие значения лингвистической переменной, подставив базовые значения в формулы функций принадлежности.

Например, определим нечеткие значения переменной «возраст» для следующих объектов (людей):

$$x_1 - \text{возраст } 30 \text{ лет: } \mu_{\text{мол}} = (35 - 30) / (35 - 20) = 5/15 = 0.33.$$

$$\mu_{\text{ср}} = (30 - 20) / (35 - 20) = 10/15 = 0.67.$$

$$\mu_{\text{пож}} = 0.$$

$$x_1 - \text{возраст } 55 \text{ лет: } \mu_{\text{мол}} = 0.$$

$$\mu_{\text{ср}} = (60 - 55)/(60 - 45) = 5/15 = 0.33.$$

$$\mu_{\text{пож}} = (55 - 50)/(70 - 50) = 5/20 = 0.25.$$

Результат представьте в виде таблицы (пример - таблица 2.2.1).

Таблица 2.2.1 – Нечеткие значения лингвистической переменной «возраст»

Четкое значение	Нечеткие значения		
	молодой	средний	пожилой
30 лет	0.33	0.67	0
55 лет	0	0.33	0.25
...

6. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- описание задачи нечеткого оценивания;
- графики функций принадлежности (рис. 2.2.1);
- формулы функций принадлежности;
- вычисленные нечеткие значения лингвистической переменной для различных объектов.

Задание №3 **«Формирование функций управления»**

Цель работы: Получить практические навыки в самостоятельном формировании множества функций управления системами.

Порядок выполнения:

1. Изучение переборного метода формирования функций управления (метода последовательного синтеза информационных технологий управления).

Литература: [1 (п. 2.4.2), 5 (п. 4.2)].

2. Выбор объекта (производственной системы).

Выберите производственную систему, для которой будут формироваться функции управления. Примеры систем: кондитерская фабрика, магазин, автосервис, кафе, туристическая фирма, цветочный салон, мастерская по производству мебели на заказ, рекламное агентство, гостиница.

3. Формирование исходных множеств.

Сформируйте множество этапов жизненного цикла производства продукта (оказания услуги). При этом интерпретируйте стандартные этапы жизненного цикла производства (выявление потребности, проектирование, снабжение, производство, хранение, транспортировка и реализация, обслуживание) с учетом специфики выбранной системы. Например, для турфирмы может быть сформировано следующее множество этапов ЖЦ:

p_1 – выявление предпочтений туристов (маркетинг);

p_2 – разработка туристических маршрутов;

p_3 – получение информации от туроператора о наличии путевок;

p_4 – оформление путевок;

....

Составьте множество этапов управления. За основу можете взять стандартные этапы: z_1 – прогнозирование, z_2 – планирование, z_3 – организация (руководство), z_4 – учет (контроль), z_5 – регулирование.

Составьте множество этапов переработки информации, используя стандартные этапы: x_1 – сбор данных, x_2 – хранение данных, x_3 – обработка данных (принятие решения), x_4 – отображение данных, x_5 – передача данных (решения), x_6 – уничтожение информации.

4. Формирование функций управления.

Сгенерируйте задачи управления (8-10) путем комбинирования этапов жизненного цикла производства и этапов управления.

Примеры задач управления для турфирмы:

p_1z_2 – планирование маркетинговых исследований;

p_2z_3 – организация разработки туристических маршрутов;

p_4z_4 – контроль правильности оформления путевок.

Сгенерируйте функции управления (8-10). Для этого выберите несколько сформированных задач управления и скомбинируйте их с этапами переработки информации. Примеры функций управления для турфирмы:

$p_1z_2x_1$ – сбор данных для планирования маркетинговых исследований;

$p_1z_2x_3$ – разработка плана маркетинговых исследований;

$p_1z_2x_5$ – доведение плана маркетинговых исследований до сотрудников.

Формулировки задач и функций управления составляйте не механически, а адаптируя их к конкретной предметной области.

5. Составление отчета

В отчет должны войти:

- выбранная производственная система;
- исходные множества этапов жизненного цикла производства, управления и переработки информации;
- формулировки задач управления и функций управления.

Задание №4

«Синтез системы по методу Повилейко»

Цель работы: Получить практические навыки в поиске нестандартных решений при проектировании систем с помощью применения эвристических приемов изобретательской деятельности.

Порядок выполнения:

1. Изучение метода решения проблем «Десятичная матрица Повилейко». Литература: [1 (п. 3.1.3), 6].

2. Выбор объекта для проектирования и группы показателей.

Члены группы совместно выбирают объект проектирования. Примеры: пылесос, чайник, тостер, сушилка для белья, гладильная машина. В качестве объекта может быть выбрана система, реализующая один из вариантов решения проблемы, предложенных в ходе мозговой атаки при выполнении практической работы №6.

Выбираются группы (1-2) показателей проектируемого изделия: конструктивно-технологические (принцип действия, технология), геометрические (форма, размер) и т.д.

3. Применение эвристических приемов.

В режиме свободного обсуждения члены группы предлагают варианты проектируемого объекта, последовательно применяя к выбранным группам показателей десять эвристических приемов, предусмотренных методом Повилейко (возможно, не все приемы удастся применить):

- неология – использование уже созданной системы (компонента, процесса, формы, конструкции), используемой в других отраслях, применительно к проектируемому изделию. Пример – использование стиральной машины для изготовления джинсов-«варенок»;
- адаптация – приспособление известной системы для конкретных условий (характеристики исходной системы изменяются не более, чем вдвое). Пример – приспособление микроволновой печи для сушки белья;
- мультипликация – гиперболизация или миниатюризация, т.е. умножение параметров исходной системы в несколько раз. Пример – использование в микрохирургии миниатюрного насоса;
- дифференциация – разделение функций и элементов системы в пространстве, во времени. Пример – отделение устройств управления телевизором (переключения программ, регулировки громкости и т.д.) от самого телевизора в виде дистанционного пульта управления;
- интеграция – объединение, совмещение (технологическое, пространственное, временное) функций и элементов. Пример – объединение в виде мультифункционального устройства таких приборов, как принтер, сканер, ксерокс;
- инверсия – переворачивание, обращение функций, конструкции и расположения элементов. Пример – в гладильной машине не нагревательный модуль (утюг) движется, а белье движется;
- импульсация – организация прерывистых процессов (периодических, аperiodических). Пример – для изменения мощности микроволновой печи вместо непрерывного процесса нагрева используется дискретный;
- динамизация – проектирование системы с изменяющимися параметрами. Пример – стеллаж с регулируемым положением полок;
- аналогия – отыскание сходства, подобия с различными системами. Пример – устройство для забивания гвоздей сделать по аналогии с пистолетом;
- идеализация – представление идеального решения. Пример - идеальная стиральная машина сама выбирает режим стирки, температуру стирки, дозу стирального порошка по анализу цвета, материала, степени загрязненности белья, положенного в барабан.

4. Составление отчета.

В отчет должны войти:

- объект проектирования, группа показателей;
- результаты проектирования (использования эвристических приемов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Силич В.А., Силич М.П. Теория систем и системный анализ : учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2011. – 276 с.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 396 с.
3. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учебное пособие для вузов / ред. А.А. Емельянов - М. : Финансы и статистика, 2002. - 368 с.
4. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
5. Ехлаков Ю.П. Теоретические основы автоматизированного управления: Учебник. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2001. – 337 с.
6. Повилейко Р.П. Инженерное творчество / Серия техника. – М.: изд-во Знание, 1977. – 62 с.