

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

«ПОСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ И ПОИСК РЕШЕНИЙ»

Цель работы: получить практические навыки в формировании иерархии целей и путей достижения целей, а также в оформлении результатов с использованием MS Visio.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

I. Изучение теории.

Изучите методы постановки целей и выработки решений, в том числе методологии построения дерева целей, анализа иерархий. Литература: [1, 2, 3 (стр.401-410), 5 (глава 3), 6].

II. Сбор информации о путях решения проблемы.

Соберите информацию о путях и способах решения проблем, выявленных в ходе выполнения предыдущей практической работы. Проанализируйте, как решаются подобные проблемы, возникающие в других системах, аналогичных исследуемой системе.

Порядок выполнения работы представлен следующими этапами

- 1.Определение цели, основных критериев и альтернатив.
2. Структурирование системы в виде иерархической структуры с несколькими уровнями: цели – критерии (подцели) - альтернативы.
3. Установление направленных связей, указывающих на влияние критериев и альтернатив друг на друга.
4. Попарное сравнение элементов каждого уровня. Построение матрицы попарных сравнений альтернатив по каждому критерию.
5. Расчет глобальных и локальных приоритетов
6. Проверка согласованности матриц (суждений)
7. Выбор лучшей альтернативы.
8. Построение схемы дерева целей с отображением вычисленных локальных и глобальных приоритетов
9. Формулировка выводов по выполненной работе и оформление отчета.

1. Определение цели, основных критериев и альтернатив. Построение дерева целей

Сформулируйте глобальную цель, отталкиваясь от формулировки изначально поставленной проблемы. Например, если проблема состоит в неэффективности некоторого процесса, то глобальной целью является повышение эффективности данного процесса. Если проблема заключается в низкой безопасности услуги или производства, то целью будет являться обеспечение требуемого уровня их безопасности. Глобальная цель была ранее сформулирована вами при построении диаграммы «рыбий скелет» и была помещена в голову «рыбы».

2. Структурирование системы в виде иерархической структуры с несколькими уровнями: цели – критерии (подцели) - альтернативы

Дерево целей – иерархическое визуальное представление достижения целей; принцип, при котором главная цель достигается за счет совокупности второстепенных и дополнительных целей.

Построение дерева целей выполняют, последовательно декомпозируя сначала глобальную цель, затем цели второго уровня и т.д. Таким образом будет построена иерархическая система, в которой уровни расположены и пронумерованы так, что:

- нижний уровень содержит альтернативы;
- уровни с большими номерами могут доминировать только над уровнями с меньшими номерами.

При декомпозиции некоторой цели формулируются подцели, достижение которых обеспечивает достижение исходной цели. Нижний уровень составляют элементарные цели – достаточно конкретные задачи (альтернативы).

При формировании дерева целей можно использовать стандартные основания декомпозиции. В частности, для производственных систем может быть использована цепочка оснований: «конечные продукты» - «целеполагающие системы (акторы)» - «жизненный цикл производства» - «состав структурных элементов (ресурсов)» - «управленческий цикл».

Можно использовать последовательность, рекомендуемую в методе анализа иерархий (МАИ): «акторы» - «цели акторов» - «политики акторов» - «сценарии».

Полезно проанализировать дерево причин, построенное при выполнении предыдущей практической работы, т.к. структура дерева целей может во многом повторять структуру дерева причин (так как проблеме сопоставляется цель, а причине – подцель).

Например, если в дереве причин на втором уровне представлены следующие основные проблемы, выявленные в результате анализа окружения и системы в целом: "низкое качество продукции", "высокая себестоимость продукции", "снижение уровня продаж", то на втором уровне дерева целей могут быть представлены цели: "повысить качество продукции", "снизить себестоимость", "увеличить (стабилизировать) уровень продаж".

Структура дерева целей необязательно должно полностью совпадать со структурой дерева причин, а формулировки целей - соответствовать формулировкам проблем. Отнеситесь творчески к этому процессу. Например, прежде чем решать, как сократить время выполнения некоторой функции или снизить ее себестоимость, нужно задуматься, так ли необходимо выполнение этой функции, возможно, ее стоит удалить или выполнять в составе другой функции, причем не всегда, а при определенных условиях. Используйте метод мозговой атаки в своей мини-группе для поиска путей достижения целей.

3. Установление направленных связей, указывающих на влияние критериев и альтернатив друг на друга

В иерархии связи определяют пути одной направленности — от вершины к альтернативам через промежуточные уровни. Система представляет собой строгую иерархию, если **допустимы связи только между соседними уровнями** от верхнего уровня к нижнему уровню.

Представьте дерево целей в виде схемы с помощью MS Visio. Пример дерева приведен на рис. 4.1.

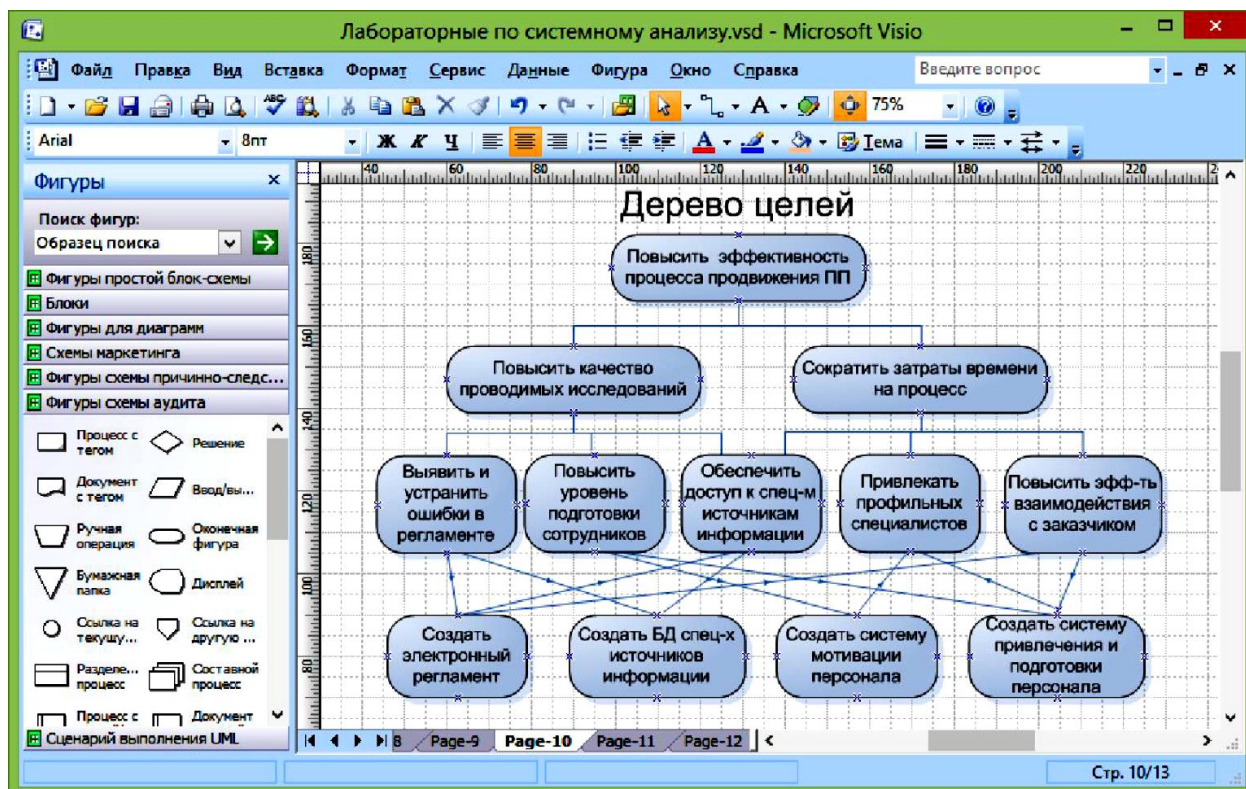


Рисунок 4.1 – Дерево целей

Для дальнейшей оценки целей по методу анализа иерархий (МАИ) необходимо, чтобы количество уровней для любой ветви дерева было одинаковым.

4. Попарное сравнение элементов каждого уровня. Построение матрицы попарных сравнений альтернатив по каждому критерию

После построения иерархии устанавливается метод сравнения ее элементов. Чаще всего для этих целей используется метод парных сравнений, поскольку сравнение предметов по парам является обычным и понятным для человека. Кроме того, отсутствие необходимости постоянно держать в поле зрения все сравниваемые элементы или их группу позволяет сконцентрировать внимание на конкретной проблеме: насколько один элемент превосходит другой или уступает ему. Это обеспечивает более точные результаты.

При реализации метода парных сравнений строится множество матриц. Для этого в иерархии выделяют элементы двух типов: элементы-«родители» и элементы-«потомки». Матрицы парных сравнений строятся для всех элементов-«потомков», относящихся к соответствующему элементу-«родителю». Элементами-«родителями» могут являться элементы, принад-

лежащие любому иерархическому уровню, кроме последнего, на котором расположены, как правило, альтернативы. Каждой совокупности подцелей, полученных в результате декомпозиции одной цели, соответствует одна матрица.

Так, для дерева целей, сформированного на предыдущем шаге, представленном на рис. 4.1., будут построены матрицы: для второго уровня – 1 матрица (2*2), для третьего уровня – 2 матрицы (3*3), поскольку для этого уровня в иерархии имеются 2 «родителя» и сравниваются 3 альтернативы; для четвертого уровня – 5 матриц (2*2), поскольку на третьем уровне имеются 5 «родителей» и сравниваются по 2 альтернативы.

При построении матриц используйте относительную шкалу предпочтений от 1 до 9 (чем выше степень превосходства, тем больше балл). Матрица парных сравнений позволяет выразить относительное превосходство одного объекта над другим по общему для них признаку. Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного элемента над другим. Полученные суждения выражаются в целых числах с учетом шкалы относительной важности Т. Саати (табл. 1).

Таблица 1-Шкала относительной важности Саати

Оценка		Признак	Пояснение
Больший «вес»/ Меньший «вес»	Меньший «вес» / Большой вес»		
0	0		Эксперт затрудняется в сравнении
1	1/1	Факторы равнозначны	Факторы равнозначны
3	1/3	Незначительное предпочтение	Опыт и суждения дают незначительное превосходство одному фактору
5	1/5	Существенное предпочтение	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному виду деятельности над другим
7	1/7	Очевидное предпочтение	Одному из видов деятельности дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	1/9	Абсолютное предпочтение	Очевидность превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы	Применяются в компромиссном случае

Матрица парных сравнений имеет следующий вид (рис.4.2)

A_{ij}	A_1	A_2	...	A_j	...	A_n
A_1	$a_{11} = w_1 / w_1$	$a_{12} = w_1 / w_2$		$a_{1j} = w_1 / w_j$		$a_{1n} = w_1 / w_n$
A_2	$a_{21} = 1 / a_{12}$	$a_{22} = w_2 / w_2$		$a_{2j} = w_2 / w_j$		$a_{2n} = w_2 / w_n$
...			...			
A_i	$a_{i1} = 1 / a_{1i}$	$a_{i2} = 1 / a_{2i}$		$a_{ij} = w_i / w_j$		$a_{in} = w_i / w_n$
...					...	
A_n	$a_{n1} = 1 / a_{1n}$	$a_{n2} = 1 / a_{2n}$		$a_{nj} = 1 / a_{jn}$		$a_{nn} = w_n / w_n$
Сумма S_j						

Рисунок 4.2- Матрица парных сравнений

В общем виде отношение веса критерия A_i к весу критерия A_j определяется по формуле **$A_{ij}=w_i/w_j$** ,

где i -номер строки,

j - номер столбца

w_i, w_j - веса сравниваемых элементов

Матрица парных сравнений заполняется, как правило, следующим образом. Объект A_1 сравнивают со всеми остальными A_2, \dots, A_n , заполняя последовательно первую строку матрицы. Затем объект A_2 сравнивают со всеми остальными, заполняя вторую строку числами a_{ij} , определяемыми по шкале относительной важности и так далее.

При проведении парных сравнений и заполнении матрицы необходимо отвечать на следующие вопросы: какой из двух сравниваемых элементов важнее или имеет большее воздействие, какой более вероятен и какой предпочтительнее? Тому элементу присваивается больший балл (вес).

Если вес объекта A_i равен весу объекта A_j , то согласно шкале $a_{ij} = 1$. Если вес объекта A_i больше веса объекта A_j , то в соответствии со шкалой заполняющий матрицу эксперт определяет степень превосходства, выраженную в баллах, причем $a_{ij} > 1$. Если наоборот вес объекта A_i меньше веса объекта A_j , то по шкале задается балльная оценка $a_{ij} < 1$.

Матрицы должны быть обратносимметричными, по диагонали должны стоять единицы. Матрицу можно создать с помощью Visio либо с помощью MS Excel. Пример матрицы приведен на рис. 4.3.

	Ошибки в регламенте	Подготовка сотрудников	Специальные источники	Специальные источники
Ошибки в регламенте	1	1/3	5	
Подготовка сотрудников	3	1	3	
Специальные источники	1/5	1/3	1	
Специальные источники				

Рисунок 4.3 – Матрица парных сравнений

5. Расчет локальных приоритетов

На основе каждой из построенных матриц парных сравнений формируются **наборы локальных приоритетов**, которые отражают относительную важность сравниваемых подцелей по отношению к вышестоящей цели.

Для получения аналитической оценки используют следующие два способа. Первый способ был подробно раскрыт в материалах лекции. Он реализуется посредством выполнения следующих двух действий.

1. Суммировать элементы каждого столбца и разделить элементы каждого столбца матрицы на сумму элементов соответствующего столбца. Нормализовать их так, чтобы их сумма равнялась единице.

2. Суммировать элементы каждой строки. Найти среднее арифметическое каждой строки. Нормировать их так, чтобы их сумма равнялась единице. Последний столбец – это вектор приоритетов.

Рассмотрим второй способ.

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. 4.2, получим следующие значения для каждой из строк матрицы:

первая строка – $\sqrt[3]{1 \cdot (1/3) \cdot 5} \approx 1,186$

вторая строка – $\sqrt[3]{3 \cdot 1 \cdot 3} \approx 2,08$

третья строка – $\sqrt[3]{(1/5) \cdot (1/3) \cdot 1} \approx 0,405$.

Если теперь поделить каждую из полученных компонент на их сумму, равную 3.671, то получим следующие нормализованные приоритеты: «Ошибки в регламенте» – 0,323, «Подготовка сотрудников» – 0.567; «Специальные источники» – 0.11.

Вы можете выполнить расчеты любым из предложенных способов. Рассчитать локальные приоритеты можно с помощью MS Excel (рис.4.4). Некоторые отличия в полученных данных от приведенных выше обусловлены точностью извлечения корня третьей степени, и являются не существенными.

	А	В	С	Д	Е	Корень	Нормализованные приоритеты
1		Ошибки в регламенте	Подготовка сотрудников	Специальные источники	Произведение элементов строки		
2	Ошибки в регламенте	1	0,333	5	1,67	1,18	0,324
3	Подготовка сотрудников	3	1	3	9,00	2,06	0,565
4	Специальные источники	0,20	0,33	1	0,07	0,41	0,112
5				сумма		3,66	

Рисунок 4.4- Результаты расчета локальных приоритетов в MS Excel

6. Проверка согласованности матриц (суждений)

Индекс согласованности ИС обратносимметричной матрицы парных сравнений вычисляется по формуле:

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

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. Например, для рассматриваемой матрицы вычисления будут следующими

$$\lambda_{\max} = ((1+3+0.2) \cdot 0.323 + (0.33+1+0.33) \cdot 0.567 + (5+3+1) \cdot 0.11) \approx 3.29$$

$$ИС = (3.29 - 3) / 2 = 0.145.$$

На рисунке 4.5 приведены результаты расчета индекса согласованности ИС в MS Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
		Ошибки в регламенте	Подготовка сотрудников	Специальные источники	Произведение элементов строки	Корень	Нормализованные приоритеты	Произведение суммы столбца на нормализованное значение
1	Ошибки в регламенте	1	0,333	5	1,67	1,18	0,324	1,36
2	Подготовка сотрудников	3	1	3	9,00	2,06	0,565	0,94
3	Специальные источники	0,20	0,33	1	0,07	0,41	0,112	1,01
4	Сумма столбца	4,2	1,67	9	сумма	3,66		3,31
5								
6								
7			ИС=	0,15				

Рисунок 4.5 - Результаты расчета индекса согласованности ИС

Чтобы судить о согласованности матрицы, нужно сравнить полученный ИС с индексом, вычисленным для абсолютно не согласованной матрицы, полученной при случайном выборе суждений. В таблице 4.2 приведены средние значения случайной согласованности для матриц различной размерности.

Таблица 4.2 – 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	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Произведем расчет критерия «Оценка согласованности». Если разделить ИС на $ИС_{случ}$ для матрицы того же порядка, будет получено отношение согласованности (ОС).

Для матрицы, приведенной на рис. 4.3, $ОС = 0.145/0.58 = 0.25$.

Величина ОС должна быть порядка 15% или менее, чтобы быть приемлемой, то есть при превышении данного значения ИС матрица считается некорректной для принятия решения. Так, поскольку для матрицы, приведенной на рис. 4.3, ОС составляет 25%, ее необходимо скорректировать.

При заметном превышении ОС величины 0,1 в [2] рекомендуется:

1. Найти самое несогласованное суждение в матрице парных сравнений. В нашем случае это будет величина 1,36 по критерию «Ошибка в регламенте».
2. Определить область значений, в которой должна находиться численная оценка несогласованного суждения, чтобы оно стало согласованным.
3. Предложить эксперту, заполнившему матрицу, пересмотреть суждения для улучшения согласованности. Если он не согласен, такая же процедура проводится со вторым, третьим и т.д. несогласованным суждением. Если же все суждения остались без изменений, а матрица не согласована, решение лучше отложить до тех пор, пока не будет лучшего понимания проблемы [4].

4. Вычисление глобальных приоритетов.

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

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

Для определения глобального приоритета цели третьего уровня ее локальный приоритет «взвешивается», т.е. умножается на глобальный приоритет направляемого элемента (вышестоящей цели). Если направляемых элементов несколько, то находится сумма взвешенных приоритетов по всем направляемым элементам. Аналогичным образом определяются глобальные

приоритеты целей следующего уровня. Процедура продолжается до самого нижнего уровня.

Для определения глобальных приоритетов можно воспользоваться также методом, изложенным в лекции [6]. Вычислить глобальные приоритеты можно с помощью калькулятора или MS Excel.

5. Оформление результатов, выводы.

Отобразите на схеме дерева целей, построенной на шаге 1, вычисленные локальные и глобальные приоритеты. Локальные приоритеты помещайте возле линий, соединяющих блок с направляемым элементом (вышестоящей целью). Можете вписывать их как метки соединительных линий (метку можно выделить двойным щелчком на линии) или вставлять в виде текстовых блоков (можно использовать элемент Text block 8 pt трафарета Charting Shapes).

Глобальные приоритеты поместите возле блоков. Для того, чтобы локальные и глобальные приоритеты отличались, сделайте их разного цвета (можно изменить не только цвет текста, но и цвет фона). Пример того, как должна выглядеть иерархия целей после того, как на ней отобразили локальные и глобальные приоритеты, приведен на рис. 4.6.

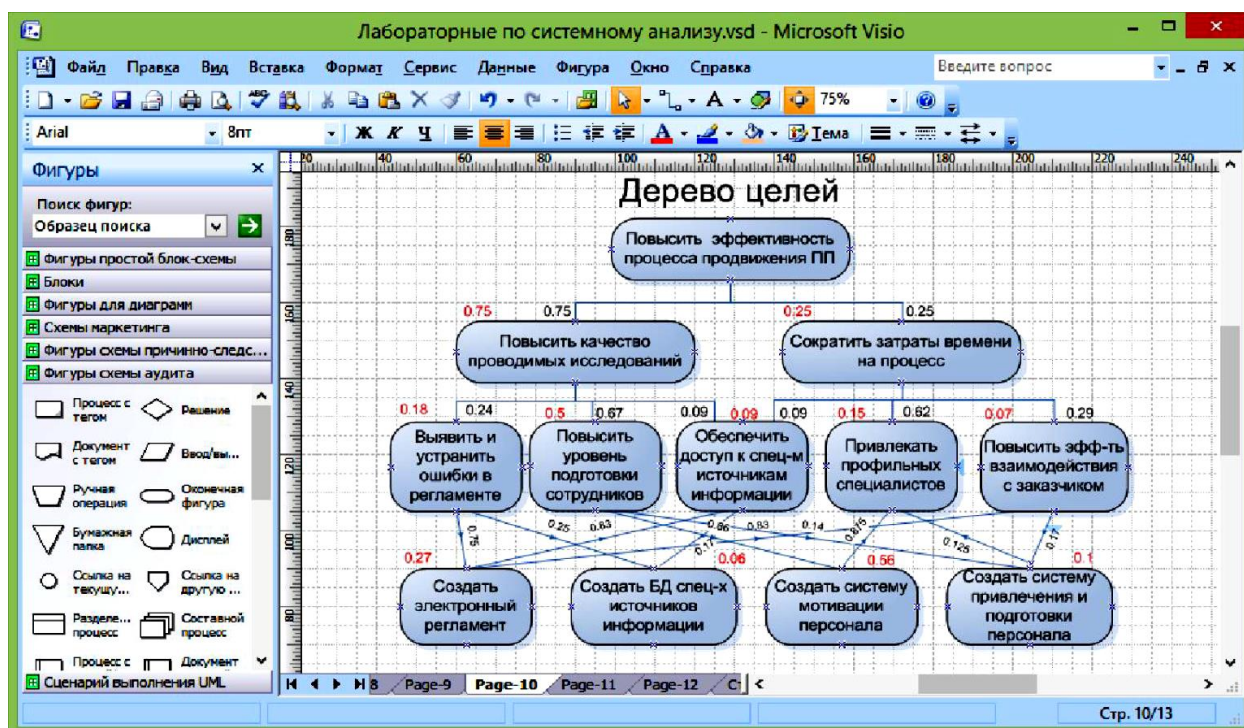


Рисунок 4.6 – Оформление результатов выявления приоритетов

По результатам сделайте выводы относительно того, по каким приоритетным направлениям должно идти устранение исходной проблемной ситуации. Можете подробнее описать наиболее приоритетные решения (задачи), размещенные на нижнем уровне дерева, – каким образом они должны быть реализованы.

Сохраните проект с помощью команды меню File –Save.

Отчет по выполненной практической работе должен содержать следующие составляющие:

1. Название и номер работы.
2. Цель работы.
3. Определение и формулировка цели, основных критериев и альтернатив.
4. Структурирование системы в виде иерархической структуры с несколькими уровнями: цели – критерии (подцели) - альтернативы.
5. Установление направленных связей, указывающих на влияние критериев и альтернатив друг на друга. Привести схему дерева целей с направленными связями в Vizio
6. Попарное сравнение элементов каждого уровня. Построение матрицы попарных сравнений альтернатив по каждому критерию. Привести все необходимые матрицы.
7. Расчет локальных приоритетов (для каждой матрицы)
8. Проверка согласованности каждой матрицы (суждений)
9. Выбор лучшей альтернативы.
10. Схему дерева целей с отображением вычисленных локальных и глобальных приоритетов
11. Выводы по итогам выполненного анализа.
12. Список использованных источников.

Список использованных источников

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

- 2.** Павлов А.Н. Решение многокритериальных задач методом анализа иерархий: учебное пособие. –М.: РАГС, 2010, -116 с.
- 3.** Теория систем и системный анализ в управлении организациями: ТЗЗ Справочник: Учеб. пособие / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 848 с: ил.
- 4.** Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов.-М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2010.- 679 с.
- 5.** Корилов, А. М. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / А.М. Корилов, С.Н. Павлов.— Москва: ИНФРА-М, 2017. — 288 с. — [Электронный ресурс] - URL: <https://znanium.com/catalog/product/752468> (дата обращения: 16.01.2021)
- 6.** Кочеткова О.В. Лекция «Метод парных сравнений».