СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1. Математический аппарат баз знаний и СППР. Модификация метода АНР в системах поддержки принятия решений.

Цель работы

Цель настоящей работы – знакомство с математическим аппаратом СППР для моделирования слабоструктурированных задач

Ход работы.

1. Ознакомиться со справочными сведениями с целью решения задачи выбора «наилучшего» варианта по нескольким критериям их оценивания.
2. Разработать алгоритм моделирования метода АНР и АНР+. Пояснить разницу между этими подходами на примерах.
3. Разработать программу, моделирующую алгоритм поиска «лучшего» решения слабоструктурированной задачи, сформулированной в перечне задач.
4. Составить и представить преподавателю отчет о работе.

Исходные данные: Варианты задач (для обеих частей) по номеру студента в списке.

Справочные сведения. Задача о выборе варианта решения из нескольких альтернатив.

Ряд известных информационно аналитических и интеллектуальных систем поддержки принятия решений основаны на методе анализа иерархий, являющимся простым и удобным средством, позволяющим структурировать проблему, строить набор альтернатив, оценивать альтернативы по каждому из факторов, находить неточности и противоречия в суждениях эксперта, ранжировать альтернативы, проводить анализ решения и обосновывать полученные результаты.

Примеры постановок задач как слабоструктурированных проблем.

1) задача тестового распознавания, в которой выявление закономерностей в признаковом пространстве проявляется в оценивании степени информативной важности минимальных распознающих наборов признаков (тестов), применяемых в интеллектуальных системах;

2) задача оценивания результативности качества трудовой деятельности по признакам (пример): образование, степень, участие в НИР, наличие грантов, защита диссертаций, количество публикаций общее, дополнительные нагрузки и т.д.;

3) задачи выбора «лучшего» решения из нескольких альтернативных вариантов...

По ориентировочным оценкам число статей прикладного характера, в которых метод анализа иерархий (англ. АНР, рус. МАИ) применяется к решению прикладных слабоструктурированных многокритериальных задач, составляет более полутора тысяч. Этому способствует и пакет зарубежных программ EXPERT CHOICE, реализующий МАИ. Однако, как известно, недостатком «классического» МАИ, отмеченным и самим автором метода, является противоречие, связанное с эффектом единичной нормировки, приводящей к тому, что предпочтения, выявленные на всем множестве альтернатив (критериев), могут не совпадать с «частными» предпочтениями на подмножестве альтернатив (критериев). Содержательно на примере это означает следующее. При оценивании двух проектов z_1 и z_2 несколькими экспертами по методу МАИ устанавливается, что z_1 предпочтительней z_2 ($z_1 \succ z_2$), знак «$\succ$» означает факт предпочтительности (доминирования). При появлении третьего проекта система (на основе МАИ) их ранжирует по ценности заново, и в результате возможна ситуация: z_2 предпочтительней z_1 ($z_2 \succ z_1$).

2. Основные определения и понятия. В общем виде постановка задачи, решаемой МАИ, включает цель, альтернативы и критерии оценки альтернатив; требуется выбрать наилучшую альтернативу. После построения иерархической структуры (цели критерии альтернативы) система парных сравнений элементов каждого уровня приводит к результату, который может быть представлен в виде обратно симметричной матрицы A, элемент которой a_{ij} есть интенсивность проявления альтернативы (элемента иерархии) i относительно альтернативы j в смысле выбранного фиксированного критерия. Главные собственные векторы матрицы A парных сравнений интерпретируются как векторы приоритетов сравниваемых элементов. Для элементов каждого уровня вычисляются коэффициенты важности для каждой из альтернатив в виде произведения в случае, когда оценки элементов заданы в виде отношения (мультипликативный МАИ).

Обозначим формируемую на каждом этапе матрицу парных сравнений (МПС) $A = \left\| a_{ij} \right\|_{g \times g}$ альтернатив $\Theta = (z_1,\ z_2,\ ...,\ z_g)$.

Требования к матрице относительных весов.

$A = \left\| a_{ij} \right\|_{n \times n}$, $a_{ij} = \dfrac{w_i}{w_j}$, где w_i, w_j компоненты весового вектора $\mathrm{W} = (w_1, w_2,\ ...,\ w_n)^{\mathrm{T}}$, n количество сравниваемых альтернатив:

1) $a_{ij} > 0$; 2) $a_{ij} = a_{ji}^{-1}$; 3) $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$, $i, j = \overline{1, n}$;

4) число n является максимальным собственным значением матрицы A, и для некоторого единственного (нормированного) вектор столбца $\mathrm{W} = (w_1, w_2,\ ...,\ w_n)^{\mathrm{T}}$ с положительными компонентами выполняется равенство: $A \cdot \mathrm{W} = n \cdot \mathrm{W}$.

Приведем примеры негативной стороны стандартного применения МАИ, приводящей к неточности в принятии решения.

Пример 1.1. Пусть оцениваются два признака: z_1, z_2 по двум равновесным мерам относительной важности со следующими МПС: $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$; $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 1/4 & 1 \end{bmatrix}$. В результате стандартного применения МАИ получим для признаков z_1, z_2 вектор ВКП w=(w_1, w_2)=(0.567, 0.433). Так как w_1>w_2, то $z_1 \succ z_2$. При оценивании трех признаков z_1, z_2, z_3 по тем же двум мерам относительной важности со следующими МПС: $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 3 \\ 2 & 1 & 6 \\ 1/3 & 1/6 & 1 \end{bmatrix}$; $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1/2 \\ 1/4 & 1 & 1/8 \\ 2 & 8 & 1 \end{bmatrix}$. После стандартного применения МАИ получаем: w=(w_1, w_2, w_3)=(0.304, 0.338, 0.358), т.е. $z_2 \succ z_1$.

Пример 1.2. Пусть задача состоит в выборе прямоугольного участка из следующих трех вариантов: (I) 7×15, (II) 10×10, (III) 5×20 (измерение производится в некоторых единицах длины). Первый участок, очевидно, имеет максимальную площадь. Однако, при равновесных критериях, которыми являются длина и ширина участка, применение МАИ, итоговый выбор в котором осуществляется при помощи линейной свертки критериев, дает следующие оценки перечисленным выше вариантам: w=(w_1, w_2, w_3)=(0.326, 0.338, 0.336), т.е. традиционное применение МАИ приводит к выбору второго участка; соответствующие МПС имеют вид:

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 7/10 & 7/5 \\ 10/7 & 1 & 10/5 \\ 5/7 & 5/10 & 1 \end{bmatrix}; \; A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 15/10 & 15/20 \\ 10/15 & 1 & 10/20 \\ 20/15 & 20/10 & 1 \end{bmatrix},$$

оценки собственных векторов которых равны: w^1=(0.318, 0.455, 0.227), w^2=(0.333, 0.222, 0.444), соответственно. Итоговый весовой вектор по равновесным критериям равен: w=(0.5·(0.318+0.333), 0.5·(0.455+0.222), 0.5·(0.227+0.444))=(0.326, 0.338, 0.336).

Алгоритм модификации ММАИ (АНР+).

1). Построим МПС на каждом из ν этапов (по числу ν мер относительной важности одной альтернативы над другой). Результатом каждого s го уровня иерархии $(s \in \{1, 2, \dots, \nu\})$ является g – компонентный вектор нормализованных значений ВКА – $W_s = (w_1^s, w_2^s, \dots, w_g^s)$. Введем весовые коэффициенты мер относительной важности альтернатив, обозначенные через c_s, $s \in \{1, 2, \dots, \nu\}$, причем $\sum_{s=1}^{\nu} c_s = 1$.

2). Формируем всевозможные векторы $w_{ij}^s = (w_{ij}^{s1}, w_{ij}^{s2})$ локальных ВКА уровня 1 (удобно при этом оформлять результаты в виде таблицы 1.4):

$$w_{ij}^{s1} = \frac{w_i^s}{w_i^s + w_j^s}, \; w_{ij}^{s2} = \frac{w_j^s}{w_i^s + w_j^s}, \; s \in \{1, 2, \dots, \nu\}, \; i, j \in \{1, 2, \dots, g\}$$

Таблица 1.4

Этап	Промежуточные данные уровней иерархии, $(w_1^s, w_2^s, \dots, w_g^s)$ исходные данные МАИ		Нормализованные компоненты вектора ВКА, s номер уровня иерархии		Вектор нормализованных ВКА – элемент МПС
			Относительный ВКА z_i	Относительный ВКА z_j	
I	$w_i^s = \left(\prod_{l=1}^{g} a_{il}^s\right)^{1/g}$	$w_j^s = \left(\prod_{l=1}^{g} a_{jl}^s\right)^{1/g}$			$(w_1^s, w_2^s, \dots, w_g^s)$ $s \in \{1, 2, \dots, \nu\}$
II	w_i^s	w_j^s	$w_{ij}^{s1} = \frac{w_i^s}{w_i^s + w_j^s}$	$w_{ij}^{s2} = \frac{w_j^s}{w_i^s + w_j^s}$	$w_{ij}^s = (w_{ij}^{s1}, w_{ij}^{s2})$
III	$u_{ij}^i = \sum_{s=1}^{\nu} c_s \cdot w_{ij}^{s1}$	$u_{ij}^j = \sum_{s=1}^{\nu} c_s \cdot w_{ij}^{s2}$	$w_{ij}^i = \frac{u_{ij}^i}{u_{ij}^i + u_{ij}^j}$	$w_{ij}^j = \frac{u_{ij}^j}{u_{ij}^i + u_{ij}^j}$	(w_{ij}^i, w_{ij}^j)

IV	$u_i = \sum_{l=1}^{g} w_{il}^i$	$u_j = \sum_{l=1}^{g} w_{jl}^i$	$V_i = u_i \Big/ \sum_{l=1}^{g} u_l$	$V_j = u_j \Big/ \sum_{l=1}^{g} u_l$	$(V_1, V_2, \dots, V_g)$

3). Формируем матрицу $W = \left\| w_{ij} \right\| = \left\| (w_{ij}^i, w_{ij}^j) \right\|$, где векторы (w_{ij}^i, w_{ij}^j) – локальные нормализованные ВКА z_i, z_j уровня 2 относительно всей совокупности мер относительной важности признаков, компоненты которых находим по формулам: $w_{ij}^i = \dfrac{u_{ij}^i}{u_{ij}^i + u_{ij}^j}$, $w_{ij}^j = \dfrac{u_{ij}^j}{u_{ij}^i + u_{ij}^j}$, где $u_{ij}^i = \sum_{s=1}^{\nu} c_s \cdot w_{ij}^{s1}$, $u_{ij}^j = \sum_{s=1}^{\nu} c_s \cdot w_{ij}^{s2}$.

4). Глобальные значения ВКП считаем по одной из формул:

$$V_i^{(1)} = \sum_{j=1}^{g} w_{ij}^i\,,\ V_i^{(2)} = \left(\prod_{j=1}^{g} w_{ij}^i \right)^{1/g}, \ i \in \{1, 2, \dots, g\}.$$

Свойства обобщенной процедуры МАИ.

Теорема 1.1. Пусть заданы множества (наборы, тесты) признаков $\Theta_1 = \{z_1, z_2, \dots, z_{g-1}\}$ и $\Theta_2 = \{z_1, z_2, \dots, z_{g-1}, z_g\}$ ($\Theta_1 \subset \Theta_2$). Бинарные отношения (предпочтения) $z_i\ \rho_1\ z_j$, $z_i\ \rho_2\ z_j$ $z_i, z_j \in \Theta_1 \subset \Theta_2,\ i \neq j$, индуцированные на множествах Θ_1 и Θ_2 посредством применения стандартной процедуры метода анализа иерархий Саати, в общем случае не совпадают.

Теорема 1.2. Пусть заданы множества (наборы, тесты) альтернатив Θ_1 и Θ_2, $\Theta_1 \subset \Theta_2$. Бинарные отношения (предпочтения) $z_i\ \rho_1\ z_j$, $z_i\ \rho_2\ z_j$, $z_i, z_j \in \Theta_1 \subset \Theta_2,\ i \neq j$, индуцированные посредством применения стандартной процедуры МАИ на множестве Θ_1 и модифицированной процедуры интегрированного учета альтернатив ММАИ на множествах Θ_2, совпадают.

Алгоритм модификации ММАИ (AHP+) на данных примера 1.1.

Этап 1. Пусть матрица парных сравнений альтернатив (признаков) составлена по каждому из двух данных равновесных критериев и посчитаны весовые коэффициенты. Матрицы парных сравнений $\mathbf{B}_I^1$ и $\mathbf{B}_{II}^1$ представлены для удобства в расширенном виде, включая и оценки собственных векторов $\boldsymbol{w}_l^j$ и их нормализованные значения $\boldsymbol{w}_{l\,норм}^j$ (верхний индекс указывает номер критерия, нижний – номер этапа). Вычисления проведем с точностью до 3 х знаков.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccccc} z_1 & z_2 & z_3 & \boldsymbol{w}_1^1 & \boldsymbol{w}_{1норм}^1 \end{array} \\ \mathbf{B}_I^1 = & \left[\left| \begin{array}{ccc|cc} 1.000 & 0.500 & 3.000 & 1.145 & 0.300 \\ 2.000 & 1.000 & 6.000 & 2.289 & 0.600 \\ 0.333 & 0.167 & 1.000 & 0.382 & 0.100 \end{array} \right.\right]; \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} & & z_1 & z_2 & z_3 & \boldsymbol{w}_1^2 & \boldsymbol{w}_{1норм}^2 \\ \mathbf{B}_I^2 = & \left[\begin{array}{|c}\\ \\ \\ \end{array}\right. & 1.000 & 4.000 & 0.500 & 1.260 & 0.308 \\ & & 0.250 & 1.000 & 0.125 & 0.315 & 0.077 \\ & & 2.000 & 8.000 & 1.000 & 2.520 & 0.615 \end{array}.$$

По 2-м равновесным критериям оценки альтернатив, следуя традиционному AHP, будут равны: $\boldsymbol{w}^0$=(0.316, 0.352, 0.332). Согласно модифицированному AHP+ далее следуют действия.

Этап 2. По двум критериям формируем матрицы парных сравнений $\mathbf{B}_{II}^1 = \left\| w_{ij}^1 \right\| = \left\| (w_i^1,\ w_j^1) \right\|$ и $\mathbf{B}_{II}^2 = \left\| w_{ij}^2 \right\| = \left\| (w_i^2,\ w_j^2) \right\|$:

$$\mathbf{B}_{II}'^1 = \begin{bmatrix} (1.000;1.000) & (0.300;0.600) & (0.300;0.100) \\ (0.600;0.300) & (1.000;1.000) & (0.600;0.100) \\ (0.100;0.300) & (0.100;0.600) & (1.000;1.000) \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{B}_{II}'^2 = \begin{bmatrix} (1.000;1.000) & (0.308;0.077) & (0.308;0.615) \\ (0.077;0.308) & (1.000;1.000) & (0.077;0.615) \\ (0.615;0.308) & (0.615;0.077) & (1.000;1.000) \end{bmatrix}.$$

Далее нормализуем по каждому критерию каждую пару элементов сравнения альтернатив и получаем относительные локальные весовые коэффициенты альтернатив (по формулам 2 й строки, 3 го и 4 го столбцов в табл.1.4), например: $w_{12}^1 = \left(\dfrac{0.300}{0.300+0.600}; \dfrac{0.600}{0.300+0.600} \right) = (0.333;0.667)$, и оформляем их в матрицы нормализованных локальных весовых коэффициентов альтернатив по каждому критерию:

$$\mathbf{B}_{II}^1 = \begin{bmatrix} (0.500;0.500) & (0.333;0.667) & (0.750;0.250) \\ (0.667;0.333) & (0.500;0.500) & (0.857;0.143) \\ (0.250;0.750) & (0.143;0.857) & (0.500;0.500) \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{B}_{II}^2 = \begin{bmatrix} (0.500;0.500) & (0.800;0.200) & (0.333;0.667) \\ (0.200;0.800) & (0.500;0.500) & (0.111;0.889) \\ (0.667;0.333) & (0.889;0.111) & (0.500;0.500) \end{bmatrix}.$$

Этап 3. Формируем обобщенную матрицу $\mathbf{W} = \left\| w_{ij} \right\| = \left\| \left(w_{ij}(i),\ w_{ij}(j) \right) \right\|$, где векторы $\left(w_{ij}(i),\ w_{ij}(j) \right)$ − локальные весовые коэффициенты альтернатив z_i, z_j уровня 2 относительно *всей совокупности критериев* сравнения, компоненты которых находим по формулам 4 й строки табл.1.4, например,

$$\left(u_{12}^1; u_{12}^2 \right) = \left(c_1 \cdot 0.333 + c_2 \cdot 0.800; c_1 \cdot 0.667 + c_2 \cdot 0.200 \right) = (0.567;0.433).$$

Здесь, в примере $c_1 = c_2 = 0.5$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} (0.500;0.500) & (0.567;0.433) & (0.542;0.458) \\ (0.433;0.567) & (0.500;0.500) & (0.484;0.516) \\ (0.458;0.542) & (0.516;0.484) & (0.500;0.500) \end{bmatrix}.$$

Этап 4. Глобальные значения весовых коэффициентов альтернатив считаем по формуле: $V_i^{(1)} = \sum_{j=1}^{g} w_{ij}$, и затем нормализуем: V=(0.357; 0.315; 0.328).

Таким образом, согласно модифицированной процедуре весовые коэффициенты альтернатив первых двух альтернатив будут равны: 0.357; 0.315, что согласуется с оценками, полученными по 2 м критериям в первоначальном наборе альтернатив.

Продолжая рассмотрение примера 1.1, получим следующие относительных весовых коэффициентов:

$$\mathbf{B}_1' = \begin{bmatrix} (7;7) & (7;10) & (7;5) \\ (10;7) & (10;10) & (10;5) \\ (5;7) & (5;10) & (5;5) \end{bmatrix}; \ \mathbf{B}_2' = \begin{bmatrix} (15;15) & (15;10) & (15;20) \\ (10;15) & (10;10) & (10;20) \\ (20;15) & (20;10) & (20;20) \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{B}_1 = \begin{bmatrix} (0.500;0.500) & (0.412;0.588) & (0.583;0.417) \\ (0.588;0.412) & (0.500;0.500) & (0.667;0.333) \\ (0.417;0.583) & (0.333;0.667) & (0.500;0.500) \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{B}_2 = \begin{bmatrix} (0.500;0.500) & (0.600;0.400) & (0.429;0.571) \\ (0.400;0.600) & (0.500;0.500) & (0.333;0.667) \\ (0.571;0.429) & (0.667;0.333) & (0.500;0.500) \end{bmatrix}.$$

Ненормализованные оценки собственных векторов, согласно методу AHP+, будут равны: $\boldsymbol{w}^1$=(0,493, 0,580, 0,411), $\boldsymbol{w}^2$=(0,505, 0,405, 0,575), соответственно, Итоговый весовой вектор по равновесным критериям равен: $\boldsymbol{w}$=(0,336, 0,332, 0,332), что отвечает верному выбору.

Оценка важности нечисловых критериев при построении матриц парных сравнений. используются условные оценки вида:

1 равная важность
3 умеренное превосходство одного над другим
5 существенное превосходство одного над другим
7 значительное превосходство одного над другим
9 очень сильное превосходство одного над другим
2, 4, 6, 8 соответствующие промежуточные значения

Рекомендуемая литература для лабораторной работы 1.

1. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.:Радио и связь. 1989. 311 с.
2. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
3. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Издательский центр «Академия», 2009.
4. Ларичев. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах, стр. 15 – 25
5. Ногин В.Д. Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2004. – Т.44. – № 7. – С. 1259 – 1268.
6. Колесникова С.И. Особенности применения линейной свертки критериев в методе парных сравнений // Информационные технологии. – 2011. – № 1 – С. 24 – 30.

7. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие. – М.: Высш. школа, 1989. – 367 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Варианты задач к ЛР-1 (МАИ)

Варианты постановок задач для применения AHP

Формализация постановок задач осуществляется на примере варианта 1.

Вариант 1

Нужно произвести выбор секретаря референта из подавших резюме. Отбор претендентов происходит по трем критериям:
C1. Филологическое образование и знание предметной области.
C2. Знание английского языка.
C3. Знание компьютера.
Собеседование прошли три претендента: П1, П2, П3.
После собеседования получились следующие описания претендентов.
П1: отличное знание английского языка; нет навыков работы на компьютере, посредственное знание предметной области.
П2: незнание английского языка, нет навыков работы на компьютере, предметную область знает посредственно.
П3: очень хорошее знание предметной области и филологическое образование, хорошие навыки работы на компьютере, посредственное знание английского языка.

1) На основе метода AHP выбрать претендента, в зависимости от разных наборов «весов» критериев:
   а) C1=0,4; C2=0,2; C3=0,3
   б) C1=0,3; C2=0,3; C3=0,4
   в) C1=0,2; C2=0,5; C3=0,3
2) На основе метода AHP+ выбрать претендента, в зависимости от разных наборов «весов» критериев, в зависимости от нового добавленного в группу претендента П4={знает делопроизводство, навыки работы на компьютере, слабое знание английского языка}.

Разработать программу, моделирующую принятие решение о выборе претендента в зависимости от «стоимости» критериев по двум методам.

Вариант 2

Цель: выбор принтера для домашних целей (альтернативы сформулировать самостоятельно, например по типу: матричный, струйный, лазерный).
C1. Стоимость;
C2. Стоимость расходных материалов;
C3. Уровень шума;
C4. Качество и скорость печати.

Вариант 3

Обосновать выбор прибора измерения из трех имеющихся вариантов:
B1 – аналоговый прибор с визуальным отсчетом;
B2 – цифровой прибор;

B3 – многофункциональная полуавтоматическая установка.
Каждая альтернатива оценивается по совокупности критериев:
C1. Точность измерения;
C2. Диапазон измерения;
C3. Быстродействие;
C4. Стоимость.
C5. Простота и удобство эксплуатации.
C6. Габариты.
C7. Степень изношенности.

Вариант 4

Для решения проблемы выбора ERP системы (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) были выбраны шесть альтернатив (варианты решения):
1С: Предприятие 8.2,
SAP BusinessOne,
ORACLE e BusinessSuite,
MicrosoftDynamics AX,
Парус 8,
ГАЛАКТИКА Прогресс.
Каждая альтернатива оценивается по совокупности критериев:
C1. Совокупная стоимость владения информационной системы.
C2. Масштабируемость.
C3. Надежность вендора.
C4. Количество рабочих мест, работу которых поддерживает система.
C5. Простота и удобство эксплуатации.
C6. Срок внедрения системы.
C7. Способность к восстановлению при сбоях оборудования.
C8. Наличие средств защиты от преднамеренных атак.
C9. Интегрированность обрабатываемые данные вводятся в систему один раз с целью многократного использования в дальнейшем (принцип однократного хранения информации).

Вариант 5

Для решения проблемы выбора строительства завода были отобраны шесть альтернатив (варианты проектов): проект (i), i =1,...,6.
Каждая альтернатива (проект) оценивается по совокупности критериев:
C1. Запрашиваемая сумма.
C2. Масштабируемость.
C3. Надежность исполнителя.
C4. Количество предоставляемых рабочих мест.
C5. Степень экологичности.
C6. Срок внедрения завода.
C7. Способность к сопровождению в процессе работы завода.

Вариант 6

Для решения проблемы выбора загородного дома были отобраны шесть альтернатив (варианты загородных домов): К (i), i =1,...,6.
Каждая альтернатива (загородный дом) оценивается по совокупности критериев, расположенных в левой колонке таблицы. «Взвесить» каждый критерий и обосновать выбор загородного дома.

Район	новый	жилой	новый	жилой	жилой	Вблизи промзоны	новый
Общественный транспорт	Все виды, 10 маршруто в	Все виды, 5 маршруто в	1 вид, 2 маршрут а	2 вида, 3 маршрут а	2 вида по одному маршрут у	Все виды, 10 маршруто в	Все виды, 3 маршрут а
Близость к остановке	До 5 мин.	До 15 мин	До 5 мин.	До 5 мин.	До 15 мин	5 10 мин.	До 15 мин
Наличие зеленой зоны, м^2	50	100	100	100	150	200	150
Наличие объектов образования	1	1	1	1	1	1	1
Наличие объектов здравоохранени я	1	1	0	1	0	1	1
Наличие объектов бытового обслуживания	1	1	1	1	0	1	1
Предприятия, загр. окр. среду	0	0	0	0	0	1	0
Стоимость, усл.ед.	328	384	320	284	255	305	

Вариант 7
Цель: выбор «бюджетного» легкового автомобиля В класса для междугородних поездок. Для решения проблемы выбора автомобиля были отобраны пять альтернатив (варианты проектов): А(i), i =1,...,5: Hyundai Solaris XX, Kia Rio XX, Chevrolet Cruze XX, Renault Logan XX, Лада Веста XX, Volkswagen Tiguan.
Каждая альтернатива (автомобилт) оценивается по совокупности критериев:
С1. Цена.
С2. Расход топлива.
С3. Скорость.
С4. Мощность двигателя.
С5. Дорожный просвет.
С6. Удобство салона.
С7. Страна и фирма производитель.
Обосновать выбор автомобиля.

Вариант 8

Для решения проблемы выбора поставщика продукции были отобраны пять альтернатив (варианты поставщиков): П (i), i =1,...,5, ИП Калинин – посредник, город Екатеринбург; ООО «Сильва» оптовый посредник, город Нижний Тагил; ООО «Эксперт» – посредник, город Тюмень; ИП Малинин – посредник, город Новосибирск; ООО «ALLO» оптовый посредник, город Тобольск, соответственно.
Каждая альтернатива (поставщик) оценивается по совокупности критериев:
С1. Цена.
С2. Партионность и скидки.
С3. Надежность исполнителя (репутация).
С4. Расстояние от склада поставщика до склада предприятия.
С5. Транспортные расходы (для оптового посредника ниже, в 2 раза).
С6. Сроки поставки.
С7. Место расположения поставщика, км.
Обосновать выбор поставщика.

Вариант 9
Для решения проблемы выбора квартиры были отобраны шесть альтернатив (варианты проектов): К (i), i =1,...,6.
Каждая альтернатива (квартира) оценивается по совокупности критериев, сгруппированных следующим образом.
Местоположение (округ, микрорайон; расположение в микрорайоне; застройка района; транспортная доступность; обеспеченность общественным транспортом; обеспеченность объектами социальной инфраструктуры; состояние прилегающей территории);
Характеристика жилого дома, в котором расположена рассматриваемая квартира (тип здания; год постройки; состояние здания; количество этажей; состояние подъезда; техническое обеспечение);
Характеристика оцениваемой квартиры (этаж; количество комнат; общая площадь квартиры; площадь отдельных комнат; высоты потолков; вид из окон; данные о перепланировке и др.).
Обосновать выбор квартиры.

Вариант 10
Для решения слабоструктурированной проблемы были отобраны пять альтернатив (моделей исследования): М (i), i =1,...,5, модели САУ (формальное описание системы с помощью математических средств: дифференциальных, интегральных, разностных, алгебраических уравнений...), имитационная модель, нейросети, системы массового обслуживания, автоматы, соответственно.
Каждая альтернатива (модель) оценивается по совокупности критериев:
валидность модели (мера соответствия методик и результатов исследования), дискретность/непрерывность модели, возможность использования вероятностных зависимостей, возможность использования нечетких зависимостей, динамическая/статическая модель, простота математического аппарата, популярность.
Обосновать выбор модели.

Другие варианты проблемных областей (по выбору).

Вариант 11. Заказ обедов
Вариант 12. Распространитель чая
Вариант 13. Мебельный цех
Вариант 14. Сервисный центр
Вариант 15. Обслуживание копировальной техники
Вариант 16. Книжный магазин
Вариант 17. Разработка программного обеспечения
Вариант 18. Авиакасса
Вариант 19. Отделение пенсионного фонда
Вариант 20. Служба занятости города