



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



USM

“Программные системы поддержки принятия рациональных решений”

**Алик Абакаров, Рикардо Симпсон.
Universidad Tecnica Federico Santa
Maria, Valparaiso, Chile.**

**Юрий Сушков,
Санкт-Петербургский
государственный университет.**



В настоящее время увеличивается необходимость в принятии рациональных решений как для организаций различного типа, так и для отдельно взятых индивидов.

Средства, которые могут использоваться при этом, варьируются от обычной интуиции до привлечения группы высококвалифицированных экспертов, а также — применения соответствующих методов принятия решений (ПР) и базирующихся на них программных систем поддержки принятия решений (СППР).

В докладе рассматриваются следующие СППР:

- **“OPTIMUM v1.0”** — система, ориентированная на решение инженерных задач глобальной оптимизации.
- **“MPRIORITY v1.0”** — система, базирующаяся на Методе Анализа Иерархий (МАИ).
- **“T-CHOICE v1.0”** — система, базирующаяся на Табличном Методе (ТМ).



Программная система “ОПТИМУМ v1.0”

Программная система применима в случае, когда процесс принятия решений может быть сведен к построению и оптимизации некоторой функции.

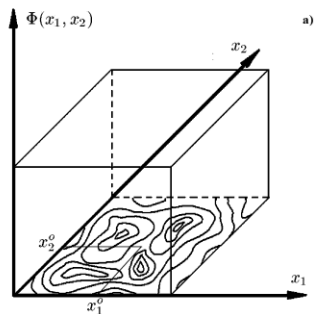
$$\Phi(x) \rightarrow \min_{x \in X},$$

где $x = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \in [0,1]^n$ — вектор параметров модели (целевой функции).

Основным алгоритмом оптимизации в СППР “ОПТИМУМ” является один из стохастических методов оптимизации — *адаптивный случайный поиск*.

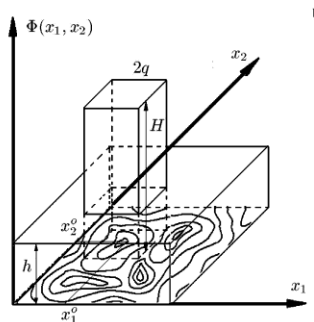
В качестве метода, уточняющего текущее решение, используется один из детерминированных методов оптимизации — *метод Хука-Дживса*.

Адаптивный случайный поиск



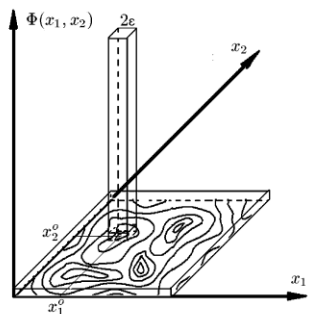
a)

- Процесс поиска оптимального решения разбивается на задаваемое пользователем число шагов N .



b)

- На каждом шаге $j \in 1:N$ по определенному закону выбираются значения вектора параметров x^j и подсчитывается значение модели (целевой функции).

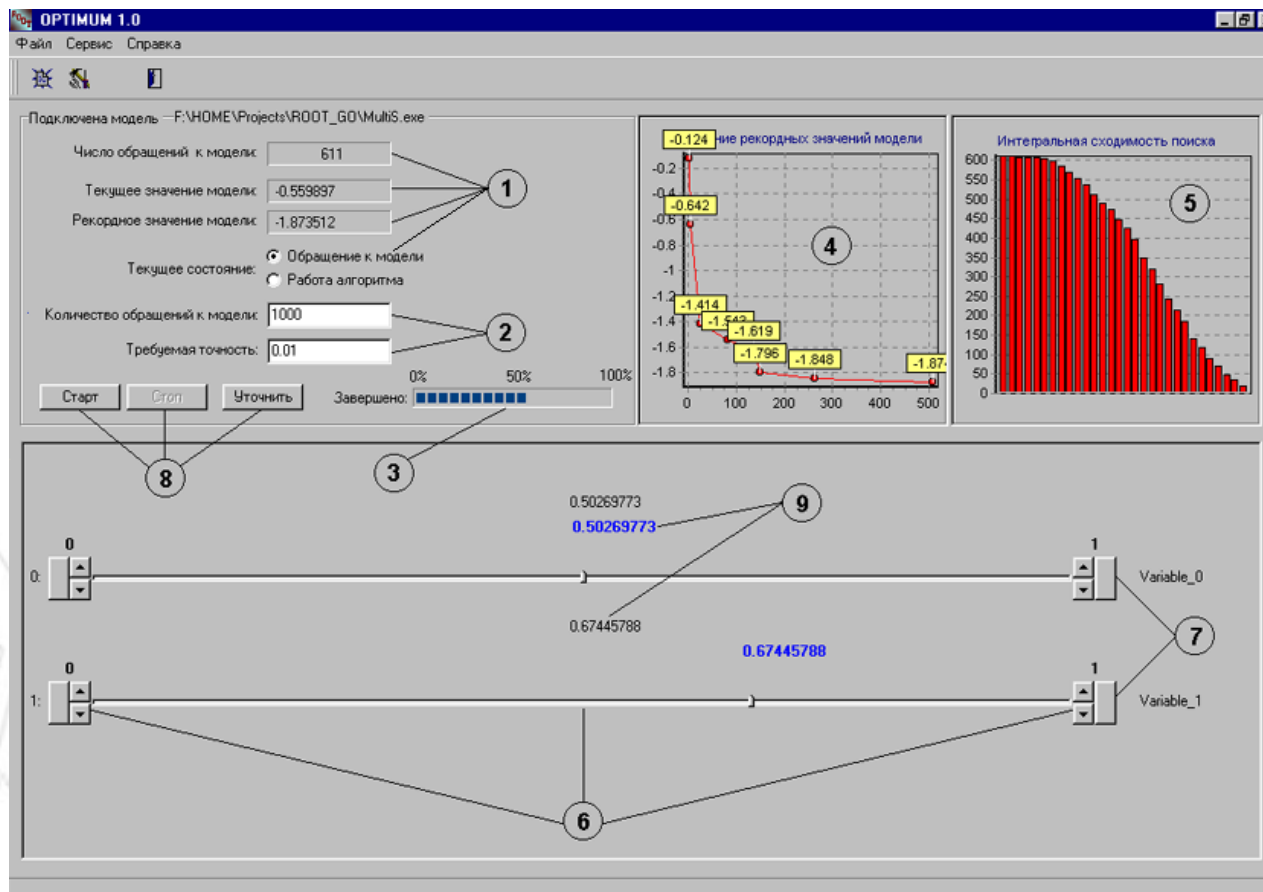


c)

- Запоминается текущее лучшее значение целевой функции.

- Закон, по которому выбираются значения вектора параметров x^j , изменяется таким образом, чтобы вероятность попадания в ϵ -окрестность глобального минимума увеличилась бы.

Главное окно СППР “OPTIMUM v1.0”.





Создание программной модели задачи оптимизации и ее подключение к СППР “ОПТИМУМ v1.0” .

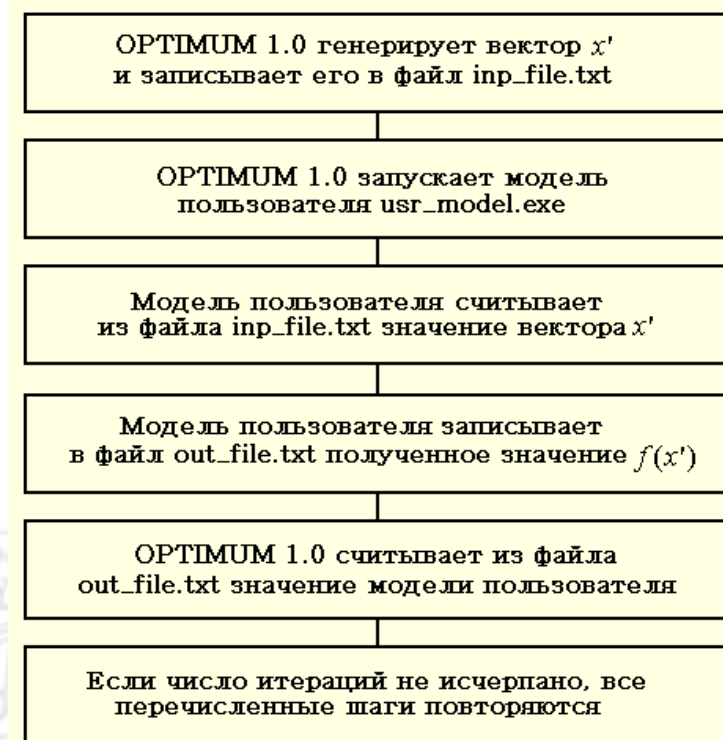
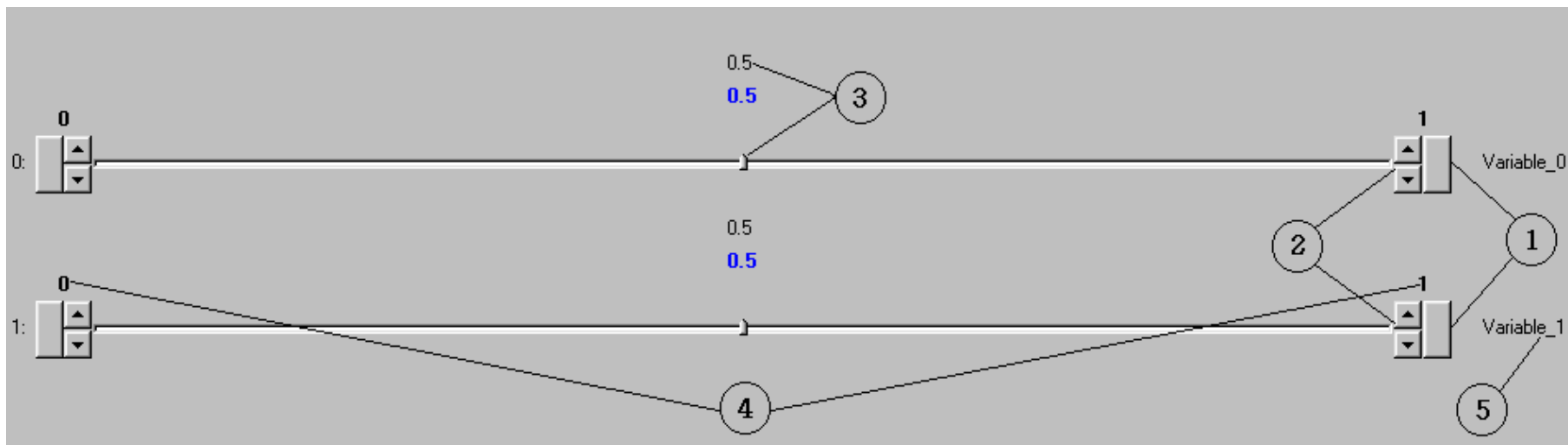


Схема взаимодействия с пользовательским модулем.

Панель элементов управления значениями вектора параметров.



Основное назначение этого диалогового средства — интерактивная модификация пользователем области определения решаемой задачи оптимизации, что позволяет увеличить вероятность нахождения оптимального решения для сложных целевых функций.



“OPTIMUM v1.0” как альтернатива “своим коммерческим аналогам”.

$$\Phi(x) = (2x_1 - 1)^2 + (2x_2 - 1)^2 - \cos l(2x_1 - 1) - \cos l(2x_2 - 1), \quad l = 100, \quad x_1, x_2 \in [0,1], \quad \Phi^*(0.5,0.5) = -2.0.$$

The screenshot displays the OPTIMUM 1.0 (beta) software interface. The main window is titled "OPTIMUM 1.0 (beta)" and shows the following components:

- Left Panel (IOSONS GT 2.0 - [MultiS - Project Main Window]):**
 - Number of function evaluations: 85
 - Number of iterations passed: 44
 - Best value of object function: -1.757801
 - Object function in last trial point: -1.757801
 - Simulation ("MultiS.exe"): Terminate
 - Optimization: Start, Continue, Stop, Close
 - Y axis - linear: Setup
 - History of optimization problem solution: A line graph showing the best value of the object function decreasing from approximately 0.1 to -1.75 over 80 evaluations.
- Center Panel (Design variables):**
 - Design variables: 1 (0.67345582), 2 (0.3265643)
 - Diagram of a beam with two design variables.
- Right Panel (OPTIMUM 1.0 (beta) settings):**
 - File, Сервис, Справка
 - Имя файла: C:\Archivos de programa\IOSD\...\V\SAMPLES\Propria\Samples\Mul
 - Максимальное количество итераций: 500
 - Оптимальное значение функции: -1.90754
 - Шаг изменения параметров: -1.999339
 - Оптимизация по: значениям параметров, градиенту
 - Число точек: 500
 - Шаг изменения параметров: 0.01
 - Progress bar: 0%, 50%, 100%
- Bottom Right Panel (Optimization Results):**
 - График: A line graph showing the best value of the object function over iterations. Key values are highlighted: -0.798, -1.342, -1.827, -1.999, -1.963, -1.991.
 - История сходимости поиска: A bar chart showing the convergence of the search process over 500 iterations.
 - Results for variables:
 - 0: 0.49977192, 0.49977192
 - 1: 0.49901875, 0.49901875



Публикации

- 1) Сушков Ю.А. Об одном способе организации случайного поиска. // Исследование операций и статистическое моделирование. Л.: ЛГУ, 1972. С.180-185.
- 2) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Программа поиска оптимальных решений разной природы при заданной модели пользователя (OPTIMUM). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005611280 от 31 мая 2005 г.
- 3) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Статистическое исследование одного алгоритма глобальной оптимизации. // Труды ФОРА, 2004.
- 4) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. О численном подходе к получению Парето-оптимальных альтернатив // Наука в образовании: Электронное научное издание, 2008
- 5) Simpson R., Abakarov A., Teixeira A. Variable retort temperature optimization using adaptive random search techniques. Food Control 19, 2008, 1023-1032.
- 6) Abakarov A., Sushkov Yu., Almonacid S., Simpson R. Thermal processing optimization through a modified adaptive random search. Journal of Food Engineering 93 (2), 2009, 200-209.



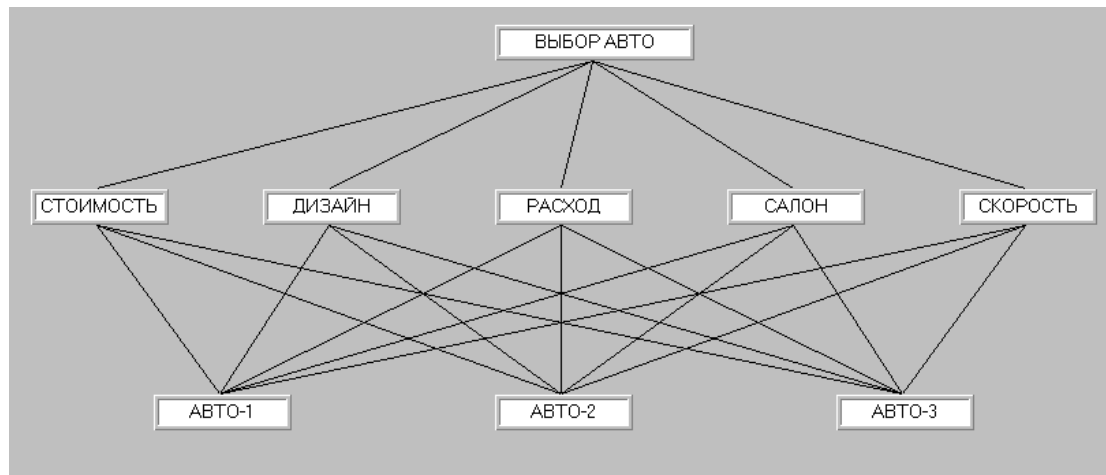
Программная система “MPRIORTY v1.0”

“MPRIORITY” — система, базирующаяся на зарекомендовавшем себя на практике Методе Анализа Иерархий (МАИ).

Основное назначение МАИ — решение слабоструктурированных задач принятия решений (ситуация, характеризующая трудностью или невозможностью сведения задачи принятия решений к оптимизации некоторой функции).

“MPRIORITY” адаптирована под особенности МАИ, дополняет МАИ и, тем самым, делает МАИ более эффективным инструментом в руках лица принимающего решение.

Метод Анализа Иерархий



Работа эксперта

Производим парные сравнения относительно объекта
СТОИМОСТЬ

		1.	2.	3.	Приоритет
1.	АВТО-1	1	5	9	0.7514
2.	АВТО-2	1/5	1	3	0.1781
3.	АВТО-3	1/9	1/3	1	0.0704

СЗ: 3.029 Применить

ИС: 0.0145 Закреть

ОС: 0.025 Отмена

Исследовать

Качественная шкала

Сравниваем объект А АВТО-1
с объектом В АВТО-3

Относительно объекта верхнего уровня
СТОИМОСТЬ

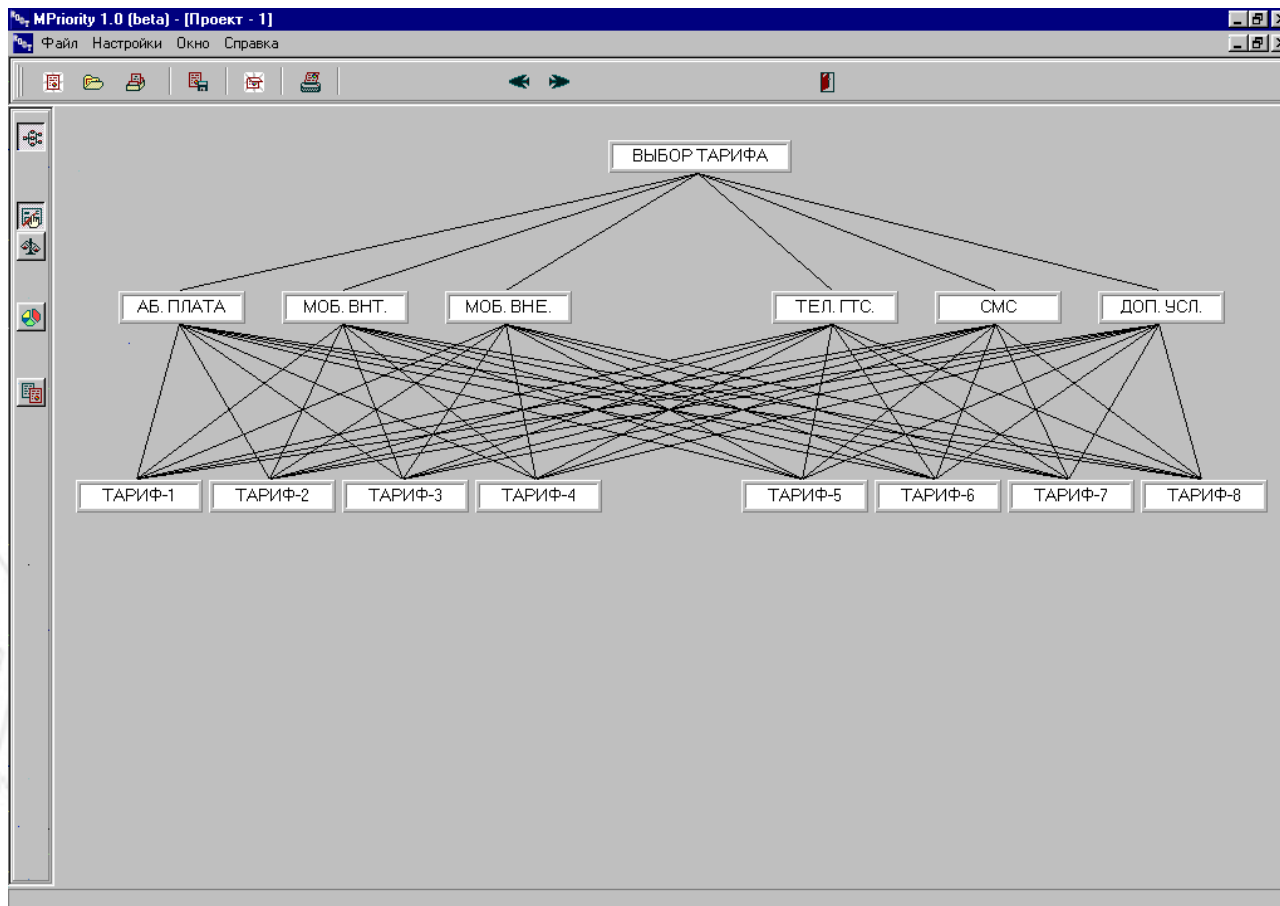
A по значимости абсолютно превосходит B.
 <<промежуточное значение>>
A явно важнее B
 <<промежуточное значение>>
A значительно важнее B
 <<промежуточное значение>>
A незначительно важнее B
 <<промежуточное значение>>

A и B одинаково важны
 <<промежуточное значение>>
B незначительно важнее A
 <<промежуточное значение>>
B значительно важнее A
 <<промежуточное значение>>
B явно важнее A
 <<промежуточное значение>>
B по значимости абсолютно превосходит A.

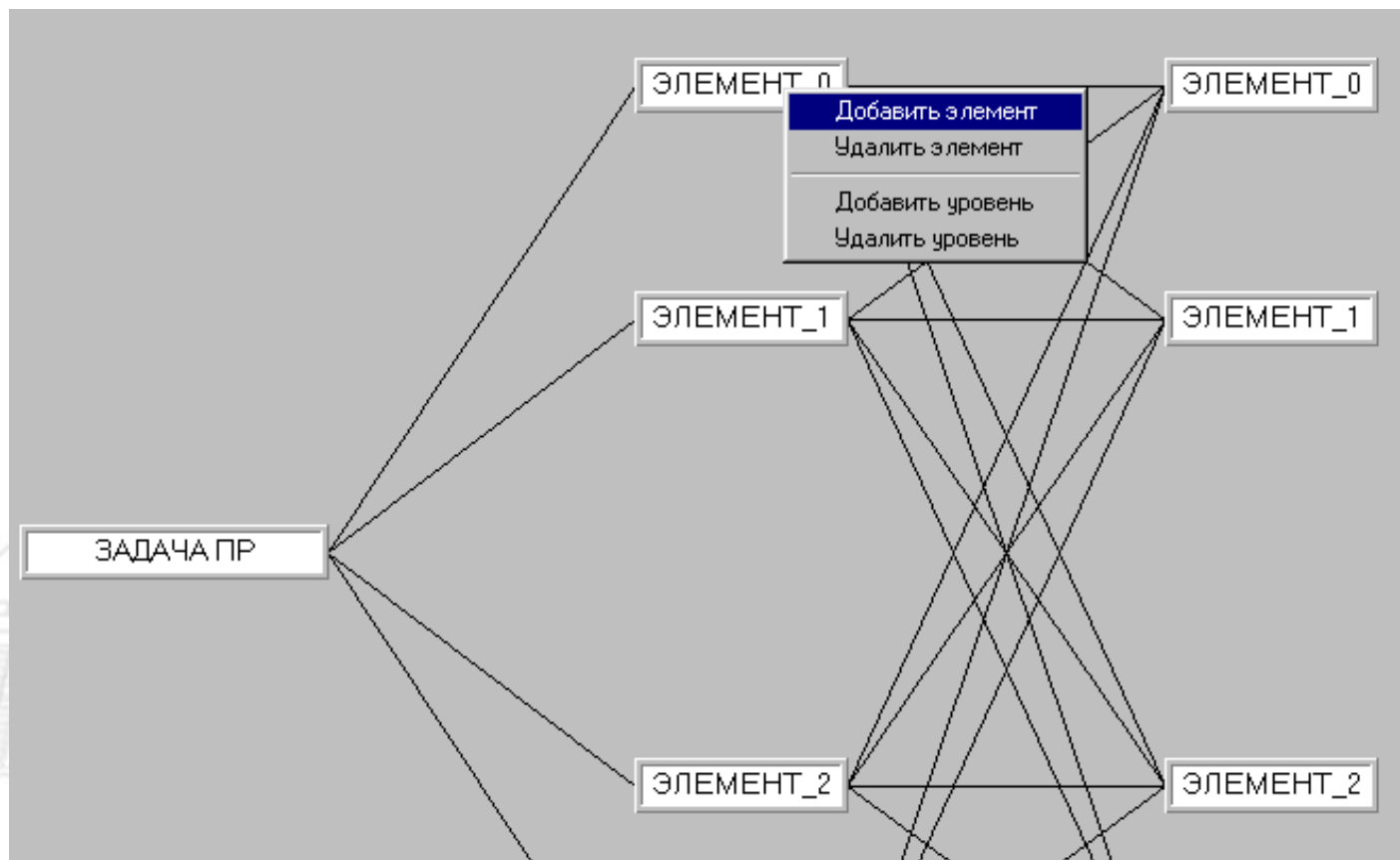
Да Отмена



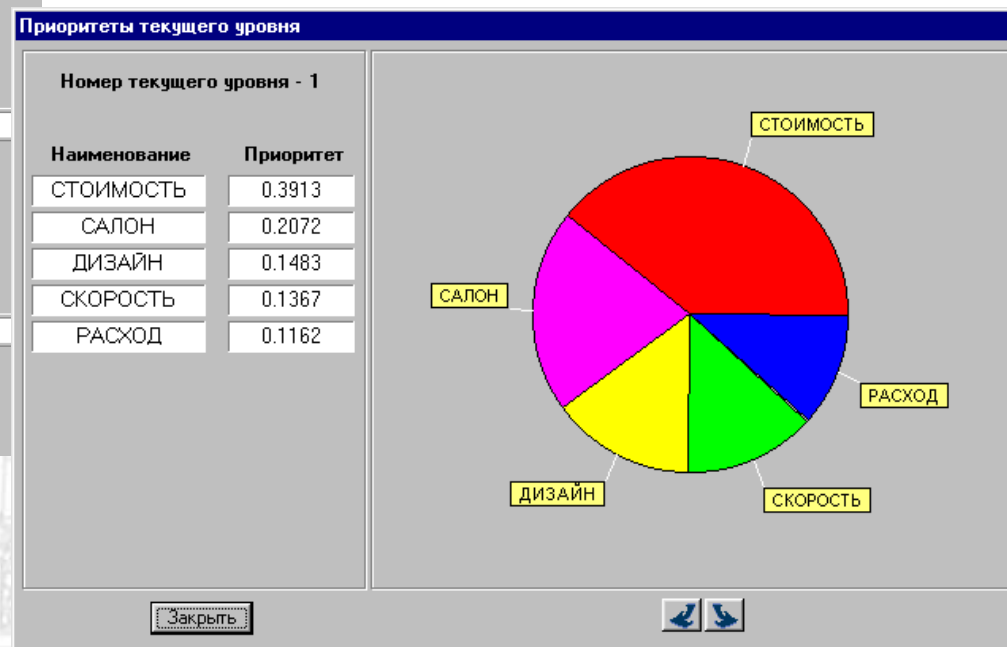
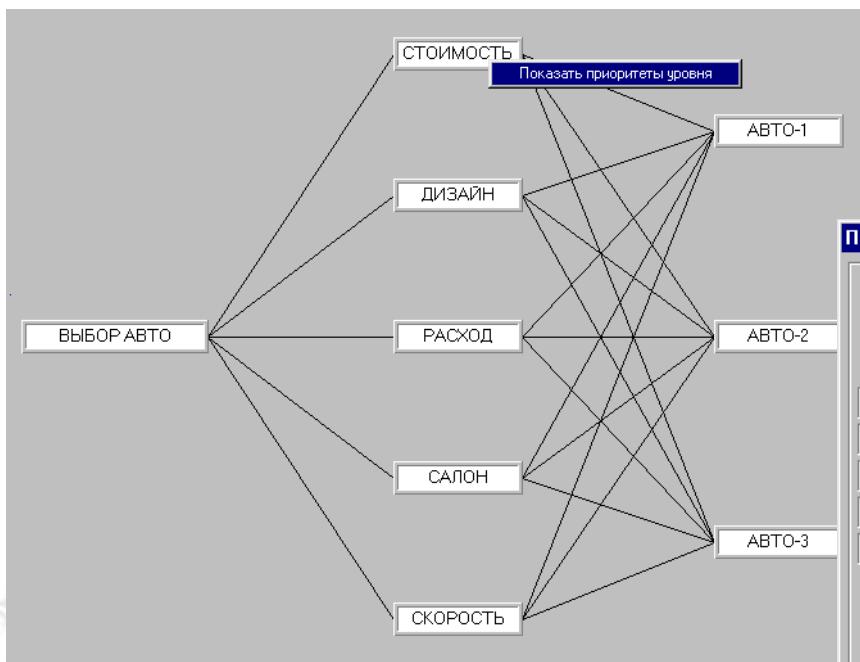
Главное окно СППР “MPRIORITY v1.0”



Диалоговые средства СППР “MPRIORITY v1.0”



Диалоговые средства СППР “MPRIORITY v1.0”





Диалоговые средства СППР “MPRIORITY v1.0”

Транзитивная несогласованность

$$A \succ B \& B \succ C \Rightarrow A \succ C.$$

Работа эксперта

Производим попарные сравнения относительно объекта
ВЫБОР АВТО

	1.	2.	3.	4.	5.	Приоритет
1. СТОИМОСТЬ	1	4	1	3	4	0.3913
2. ДИЗАЙН	1/4	1	3	1/2	1	0.1483
3. РАСХОД	1	1/3	1	1	1/3	0.1162
4. САЛОН	1/3	2	1	1	3	0.2072
5. СКОРОСТЬ	1/4	1	3	1/3	1	0.1367

СЗ: 5.9708 Применить
ИС: 0.2427 Закреть
ОС: 0.2167 Отмена

ВЫБОР АВТО-1

Улучшение согласованности исходных данных

	1.	2.	3.	4.	5.	Сумма
1. СТОИМОСТЬ	0	1.36	2.36	1.11	1.13	5.97
2. ДИЗАЙН	4.37	0	1.72	2.71	0.08	8.9
3. РАСХОД	0.7	3.78	0	0.43	3.85	8.77
4. САЛОН	3.52	0.6	0.78	0	1.48	6.39
5. СКОРОСТЬ	4.34	0.07	1.82	3.65	0	9.91

Список нарушений условия транзитивности
Информация о нарушении транзитивности --- отсутствует!

Закреть

Работа эксперта

Производим попарные сравнения относительно объекта
ВЫБОР АВТО

	1.	2.	3.	4.	5.	Приоритет
1. СТОИМОСТЬ	1	4	1	3	2	0.3528
2. ДИЗАЙН	1/4	1	3	1/2	1	0.1535
3. РАСХОД	1	1/3	1	1	2	0.1723
4. САЛОН	1/3	2	1	1	2	0.1979
5. СКОРОСТЬ	1/2	1	1/2	1/2	1	0.1232

СЗ: 5.6727 Применить
ИС: 0.1681 Закреть
ОС: 0.1501 Отмена

ВЫБОР АВТО

САЛОН

СКОРОСТЬ

Улучшение согласованности исходных данных

	1.	2.	3.	4.	5.	Сумма
1. СТОИМОСТЬ	0	1.7	1.04	1.21	0.86	4.82
2. ДИЗАЙН	4.43	0	2.1	2.77	0.24	9.56
3. РАСХОД	0.51	4.12	0	0.12	0.6	5.36
4. САЛОН	3.56	0.71	0.14	0	0.39	4.81
5. СКОРОСТЬ	2.34	0.19	2.71	2.62	0	7.88

Список нарушений условия транзитивности
Информация о нарушении транзитивности --- отсутствует!

Закреть

Кардинальная несогласованность

$$A \overset{2}{\succ} B \& B \overset{3}{\succ} C \Rightarrow A \overset{6}{\succ} C.$$



Публикации

- 1) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Программная система поддержки принятия рациональных решений “MPRIORITY 1.0” // Электронный научный журнал "Исследовано в России», 2005.
- 2) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Принятие решений в диалоге с ЭВМ. // Рождественская Конференция Санкт-Петербургского Клуба консультантов и тренеров. Санкт-Петербург, 2005.
- 3) Абакаров А.Ш., Иванов А.Ю., Сушков Ю.А. Об одном подходе к управлению персоналом фирмы. // Приложение к научно-производственному журналу “Дизайн и производство мебели” № 3 (8), 2005.
- 4) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Программная система для выделения наилучшей альтернативы из множества имеющихся альтернатив. (MPRIORITY). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005612330, 8 сентября 2005 г.



Программная система “T-CHOICE v1.0”

“T-CHOICE” — система, базирующаяся на *табличном методе* [*].

Основная идея табличного метода заключается в представлении исходных данных (*оптимальных по Парето*) в виде таблицы, где столбцы соответствуют критериям, по которым принимается решение, а строки — альтернативам, с последующей сортировкой ЛПР значений каждого столбца и назначением такой границы для каждого из критериев, выход за которую, по мнению ЛПР, является недопустимым.

Все альтернативы удовлетворяющие установленным границам считаются приемлемыми (решающими исходную задачу).

Выбор границ ЛПР осуществляет исходя из своего опыта, профессионализма и интуиции .

[*] Сушков Ю.А. Многокритериальность в многорежимных системах // Архитектура и программное обеспечение цифровых систем. М., МГУ, 1984.



Табличный метод

Задача выбора автомобиля

Таблица 1. Исходные данные.

Номер альтернативы	Наименование критерия		
	Стоимость (тыс. у.е.)	Расход топлива (литр)	Марка
1	25	10	Мерседес
2	15	9	БМВ
3	12	8	Форд
4	9	7	КИА
5	8	7	ВАЗ

Таблица 2. Исходные данные после сортировки.

Наименование критерия		
Стоимость	Расход топлива	Марка
8	7	Мерседес
9	7	БМВ
12	9	КИА
15	8	Форд
25	10	ВАЗ

Табличный метод

Задача выбора автомобиля

Таблица 3. Исходные данные после сортировки (ранжирования).

Наименование критерия		
Стоимость	Расход топлива	Марка
8	7	Мерседес
9	7	БМВ
12	9	КИА
15	8	Форд
25	10	ВАЗ



Таблица 4. Исходные данные после выделения Парето-оптимальных (недоминируемых) альтернатив.

Наименование критерия		
Стоимость	Расход топлива	Марка
8	7	Мерседес
9	7	БМВ
15	9	КИА
25	10	ВАЗ

Табличный метод

Задача выбора автомобиля

Таблица 5. Рабочие данные после установки границ по каждому из критериев.

Наименование критерия		
Стоимость	Расход топлива	Марка
8	7	Мерседес
9	7	БМВ
15	9	КИА
25	10	ВАЗ



Таблица 6. Перспективное множество альтернатив (решение задачи).

Наименование критерия		
Стоимость	Расход топлива	Марка
15	9	БМВ
9	7	КИА



Главное окно СППР “T-CHOICE v1.0”

Стоимость	Расход топлива	Марка
25	10	Мерседес
15	9	БМВ
12	8	Форд
9	7	КИА
8	7	ВАЗ

- Позволяет оперировать данными четырех типов:
 - *неопределенный*,
 - *строковый*,
 - *численный*
(*вещественный*),
 - *логический*.

➤ Дополняет табличный метод некоторыми диалоговыми возможностями, повышающими его эффективность.



Диалоговые средства СППР “T-CHOICE v1.0”

The screenshot shows the T_CHOICE v1.0 (alpha) application window. It features a menu bar with 'Файл' and 'Справка', a toolbar with various icons, and three tabs: 'Главная таблица', 'Текущие альтернативы', and 'Отобранные альтернативы'. The 'Текущие альтернативы' tab is active, displaying a table with the following data:

Стоимость	Расход топлива	Марка
8 - (0)	7 - (1)	Мерседес - (0)
9 - (1)	7 - (1)	БМВ - (1)
15 - (2)	9 - (2)	КИА - (2)
25 - (2)	10 - (2)	ВАЗ - (3)

On the left side of the window, there is a vertical sidebar with several icons. A text box containing the number '2' is positioned next to the second icon from the top. A callout line connects this box to a circled letter 'A' in the text below.

A — число альтернатив, удовлетворяющих текущим ограничениям.



Публикации

- 1) Сушков Ю.А. Многокритериальность в многорежимных системах // Архитектура и программное обеспечение цифровых систем. М., МГУ, 1984.
- 1) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Двухэтапная процедура отбора перспективных альтернатив на базе табличного метода и метода анализа иерархий // Наука в образовании: Электронное научное издание, 2008 г.
- 2) Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Программная система для выделения наилучшей альтернативы любой природы из множества имеющихся альтернатив (Т-CHOICE). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2008614589 от 23 сентября 2008 г



Двухэтапная процедура отбора перспективных альтернатив на базе табличного метода и метода анализа иерархий.

Заключается в последовательном применении к исходному множеству альтернатив табличного метода и МАИ.

Основное назначение табличного метода в этом случае — сужение исходного множества альтернатив до некоторого числа наиболее перспективных альтернатив.

Метод Анализа Иерархии, как более тонкий инструмент, должен позволяет ЛПР сделать свой окончательный выбор



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



USM

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



СИЭТ-2009