Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Миннаев Магомед Шавалович
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.11.2023 14:58:02
Уникальный программный ключ:
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра вычислительной техники и инженерной кибернетики

# СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Уфа

2017

Данное учебно-методическое пособие предназначено для магистрантов направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», изучающих дисциплину «Системы поддержки принятия решений».

Составитель: Альмухаметов А.А., канд. техн. наук, доцент каф. ВТИК

Рецензенты: Буренин В.А., д-р. техн. наук, профессор каф. ВТИК
Султанова Е.А., канд. техн. наук, доц. каф. ВТИК

© ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ


| | | С |
|---|---|---|
| 1 | Принятие решений с помощью MICROSOFT EXCEL | 4 |
| 2 | Лабораторная работа №1. Понятия СППР. Эволюция информационных технологий и информационных систем | 18 |
| 3 | Лабораторная работа №2. Поддержка процесса принятия решений с помощью MS Excel. Работа с инструментами «Подбор параметра» и «Таблица подстановки» | 19 |
| 4 | Лабораторная работа №3. Поддержка процесса принятия решений с помощью MS Excel. Работа с инструментами «Поиск решения», «Диспетчер сценариев» | 24 |
| 5 | Принятие решений с помощью аналитической системы СППР «Выбор» | 34 |
| 6 | Лабораторная работа №4. Работа с СППР «Выбор». Основные методы и функции | 34 |
| 7 | Лабораторная работа №5. Работа с СППР «Выбор». Вычисление, представление информации, выводы | 40 |
| 8 | Лабораторная работа №6. Работа с СППР «Выбор». Создание проекта «Стоимость-эффективность» | 42 |
| 9 | Лабораторная работа №7. Работа с СППР «Выбор», средства создания проектов «Стоимость-эффективность» | 46 |

# 1. Принятие решений с помощью MICROSOFT EXCEL

*МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ*

*Общее описание проблемы*

Людям часто приходится принимать решения: в ходе военных действий, в политике, при управлении предприятием, при выборе автомобиля или варианте обмена квартиры и т.д. Занимаются люди этим интересным делом, нередко захватывающим и часто небезопасным со времён фараонов и по сей день. Оказалось, что схема процесса принятия решения не зависит от той области, в которой принимается решение. Иначе говоря, законы принятия решений едины для всех предметных областей.

Определим, сначала, основные понятия. Прежде всего, отметим, что принятие решений по существу есть не что иное, как **ВЫБОР**. Принять решение - значит выбрать конкретный вариант действий из некоторого множества вариантов. Рассмотрим примеры. Необходимо принять решение - идти ли сегодня вечером в театр? Здесь перед нами два варианта выбора: 1) идти, 2) не идти. С выбором квартиры или машины все ясно само собой. Здесь, как и в примере с театром, выбирается *один наилучший* вариант. Выбор победителя тендера - ещё один пример выбора одного наилучшего варианта. (Тендер - это соревнование потенциальных подрядчиков за право выполнить заданную работу. Другое название тендера - *подрядные торги*). Пример, когда выбирается не один, а несколько вариантов. Пусть некий Фонд хочет инвестировать свои средства. Варианты выбора - набор доступных инвестиционных проектов. Если фонд проводит конкурс проектов, то он может отобрать столько проектов, сколько в состоянии профинансировать.

В описываемой дисциплине варианты выбора принято называть *альтернативами.* Этим термином мы и будем пользоваться в дальнейшем. Далее заметим, что в названии дисциплины есть слово **поддержка**. Это означает, что мы будем заниматься не собственно принятием решений, а подготовкой рекомендаций для того лица (тех лиц), которому (которым) нужно решение принимать. Для лица, принимающего решения введено общеупотребительное сокращение **ЛПР.** В дальнейшем будем использовать также следующие сокращения:

**ПР** - принятие решений, **ЗПР** - задача принятия решения, **СППР** - система поддержки принятия решений.

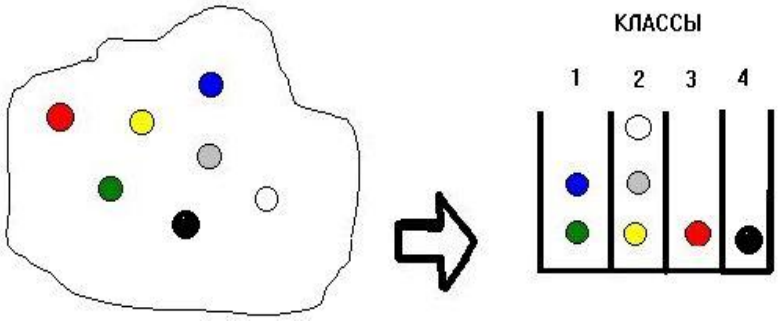
Итак, решение есть ВЫБОР. Приглядимся к нему подробнее. Прежде всего, заметим, что первоначально у нас может не быть даже множества альтернатив, из которых предстоит делать выбор. Например, мы хотим обменять квартиру. Тогда, прежде всего, придётся заняться подбором вариантов обмена. Это и есть первый этап решения проблемы, который называют "формирование множества альтернатив". Первоначально, множество альтернатив чаще всего аморфно, т.е. не имеет структуры. Точнее говоря, чаще всего мы не можем сразу сказать, какая альтернатива лучше, а какая хуже. Оказывается, задачу выбора

можно решить, если каким-либо образом *структурировать* множество альтернатив.

*Основные понятия о структурировании множества альтернатив*

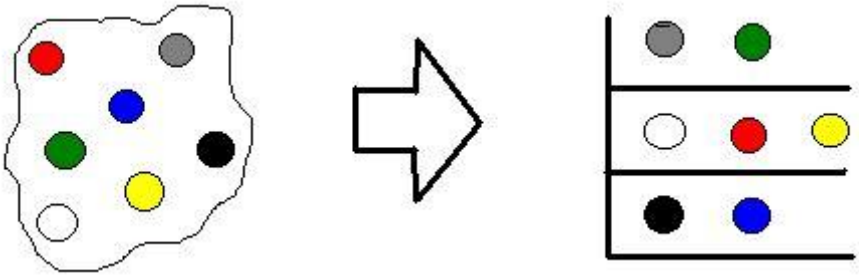
Рассмотрим основные типы структур. Первый из них называется КЛАССИФИКАЦИЯ.

Рассмотрим рисунок




Слева изображено неструктурированное множество альтернатив. Справа показано разбиение исходного множества на 4 класса. Можно считать, что каждый класс есть подмножество исходного множества альтернатив. Здесь важно отметить, что классы НЕУПОРЯДОЧЕНЫ друг относительно друга. Т.е. нельзя сказать, что какой-то класс "важнее (лучше, старше, дороже и т.д.)" другого. Например, людей можно классифицировать по полу или национальности. Правильная постановка диагноза - также пример *классификации*. Компьютерные системы, помогающие врачу ставить диагноз, существуют. И решают они именно задачу классификации, т.е. отнесения больного к нужному классу, который эквивалентен названию болезни

Второй способ структурирования называется СТРАТИФИКАЦИЯ. Это название произошло от английского термина "*страта*", (strata) что означает "слой", "пласт". Иными словами, *стратификация* есть разбиение множества на ряд уровней или слоёв. В отличие от *классов*, страты упорядочены. Рассмотрим рисунок



Серая и зелёная альтернативы помещены на верхнюю страту. Это означает, что они одинаковы по значимости (для ЛПР) и, одновременно, важнее (лучше) остальных альтернатив. В примере с обменом квартиры, если удалось стратифицировать варианты, то окончательный выбор, естественно, будет сделан среди вариантов, занимающих верхнюю страту. Удобно считать, что страты выражают некоторые уровни "качества". Несколько примеров классических стратификаций:

- оценки уровня знаний ("отлично", "хорошо" и т.д.);

- звезды отелей;
- спортивные разряды.

Связь страт с неким абстрактным "качеством" крайне важна для понимания идеи стратификации. Пятизвёздный отель не просто лучше двухзвёздного, а можно говорить *на сколько* он лучше.

Следующий способ структурирования называется РАНЖИРОВАНИЕ. Внешне он напоминает стратификацию (см. предыдущий рисунок), но в отличие от неё уровни НЕ выражают "качества", а трактуются просто как "номер в списке". Это различие настолько важно, что на нем стоит остановиться подробнее. Упорядочение называется ранжировкой, если указан только номер места объекта в упорядочении (и больше *ничего*). Если нам сообщают только места, полученные спортсменами по результатам соревнований (но не сообщают результаты), то это - типичная ранжировка. Например, объявляют, что первые 3 места распределились следующим образом:

1. Иванов
2. Петров
3. Сидоров

Если указанные спортсмены - прыгуны в высоту, то, зная результаты каждого, можно было бы говорить *на сколько*, к примеру, Иванов прыгнул выше Петрова или Сидорова. Знание только мест (без результатов) даёт нам право говорить, что Иванов лучше Петрова, но не даёт нам возможности говорить "на сколько лучше". Места в ранжировке естественно называются "рангами". Ранг 1 принято присваивать наилучшему объекту. (Вспомним морское "капитан 1-го ранга"). Итак, в отличие от стратификации, здесь играет роль только *номер* "полочки", на которую кладут альтернативы. Один и тот же ранг может быть присвоен нескольким объектам. Тогда ранжировка называется *нестрогой*. Тогда как в *строгой* ранжировке каждому объекту присваивается уникальный номер ранга. В терминах спортивного примера, нестрогая ранжировка - это когда Петров и Сидоров делят второе место.

Мы рассмотрели в общих чертах основные понятия структуризации множества альтернатив. Вспомним теперь, что структура была нам нужна не сама по себе, а с целью выполнить ВЫБОР. Классификация здесь стоит особняком, поскольку для неё выбор сводится по сути к выбору определённого класса, к которому следует отнести альтернативу. Стратификация и ранжировка предоставляют нам более широкие возможности выбора. Но как выполнить структуризацию? Как найти структуру в изначально аморфном множестве альтернатив? Методы структуризации - это по существу и есть сердцевина поддержки принятия решений.

*Две классификации методов структурирования множества альтернатив*

Такие методы можно классифицировать различным образом. Чаще всего эти методы делят на *критериальные* и *некритериальные.*

Иногда встречаются такие синонимы термина, как "фактор", "показатель". Термин *фактор* чаще всего употребляют, когда говорят о влиянии. На-

пример, "нужно учесть влияние этого фактора". Словом *показатель* чаще всего описывают разные стороны некоторого объекта. Например, говорят о "показателях деятельности предприятия". Термин *критерий* чаще всего применяют для описания ситуации выбора. Например, говорят о "критериях выбора автомобиля".

Понятно, что критериальное структурирование основано на сопоставлении альтернатив по некоторому набору критериев. Что же такое *некритериальные* методы структурирования? Предположим у нас есть множество альтернатив. Будем выбирать из него пары, предъявлять их экспертам или ЛПР и просить их сравнить членов пары "в целом" (предполагается, что все альтернативы попарно сравнимы!). При этом эксплуатируется способность человеческого мозга создавать общее представление (мнение) о предмете. В психологии и, затем, в кибернетике такое общее представление обозначают термином "гештальт" (ударение на букве "а"). Это - целостный образ объекта, лишенный какой бы то ни было детализации. Когда мы спрашиваем знакомого, какой город ему больше нравится, Москва или С-Петербург, не интересуясь, *почему* один из городов нравится больше - мы по существу просим знакомого выполнить сравнение гештальтов.

Следующий по важности способ классификации методов структурирования связан с количеством ЛПР или экспертов, участвующих в процессе выбора. Говорят либо об *индивидуальных,* либо о *групповых* решениях. Рейтинговое голосование в Думе - пример одного из методов группового принятия решений. Допустим, на роль спикера претендуют 5 человек. Тогда каждый из депутатов даёт свою ранжировку (возможно нестрогую) этих пяти кандидатов. Возникает задача построения обобщённой (синонимы: интегральной, результирующей, компромиссной) ранжировки, на основе которой и будет определено - кто же станет спикером.

*Некритериальное структурирование множества альтернатив*

Возьмём две альтернативы А и Б. При их парном сравнении возможны только 3 варианта результата:

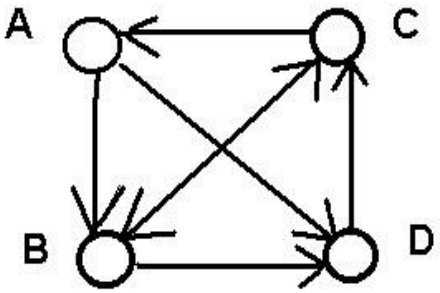
- А лучше Б (будем обозначать это как А > Б)
- А хуже Б (А < Б)
- А и Б равноценны (А = Б)

Если сравнить попарно все альтернативы исходного множества, то часто можно получить нестрогую ранжировку. Например, для множества {a,b,c,d,e} можно получить: c > d > a = e > b, или тот же результат с номерами рангов

| № ранга | альтернатива |
|---|---|
| 1 | c |
| 2 | d |
| 3 | a, e |
| 4 | b |

В итоге мы получили структурированное множество, не используя понятия "критерий".

Существует ли общий путь получения ранжировки на основе результатов парных сравнений? Оказывается это далеко не всегда просто. Рассмотрим пример. Пусть есть множество альтернатив {a,b,c,d} и следующие результаты парных сравнений:
a > b, b > d, d > c, c > a, a > d, b = c. Эти результаты удобно представить в виде рисунка.




Здесь окружности представляют альтернативы. Результат парного сравнения типа A > B изображается стрелкой, идущей от A к B. Двунаправленная стрелка между альтернативами означает их равенство. Как мог получиться такой результат - нам сейчас не важно. Чаще всего подобные структуры получаются в результате коллективного творчества. Можно представить, например, что разные пары альтернатив сравнивали разные эксперты (ЛПР, если их несколько). Существует более десятка способов преобразования подобных структур в ранжировку. Приведём один из наиболее часто применяемых способов, который называется "метод строчных сумм". Для реализации метода, прежде всего, нужно построить таблицу парных сравнений. Для нашего примера она выглядит следующим образом.

| | a | b | c | d | |
|---|---|---|---|---|---|
| a | *** | 1 | 0 | 1 | 2 |
| b | 0 | *** | 1/2 | 1 | 1,5 |
| c | 1 | 1/2 | *** | 0 | 1,5 |
| d | 0 | 0 | 1 | *** | 1 |

Наименования строк (жёлтый фон) и столбцов (голубой) соответствуют именам альтернатив. На пересечении строки и столбца ставятся числа по следующим правилам:

- ставится 1, если альтернатива с именем строки *лучше* альтернативы с именем столбца,

- ставится 0, если альтернатива с именем строки *хуже* альтернативы с именем столбца,

- ставится 1/2, если альтернатива с именем строки *равноценна* альтернативе с именем столбца.

Клетки таблицы, у которых имя строки совпадает с именем столбца, не заполняются (в нашем примере в этих клетках проставлены "звёздочки"). Затем подсчитываются суммы строк (в примере - красные числа в крайнем справа столбце). Наконец, строится *ранжировка* альтернатив следующим способом.

Альтернативе, имеющей максимальную строчную сумму присваивается ранг 1. Альтернативе, имеющей следующую по величине сумму, присваивается ранг 2 (в нашем примере таких альтернатив две: *b* и *c*). И так далее, пока не будут отранжированы все альтернативы. В итоге, получаем ранжировку:

| № ранга | альтернатива |
|---|---|
| 1 | a |
| 2 | b, c |
| 3 | d |

Повторим ещё раз: описанный метод – лишь один из многих методов упорядочения альтернатив на основе результатов парных сравнений.

**Структурирование множества альтернатив с использованием критериев**

В этом случае, исходная модель имеет вид следующей таблицы.

| | k1 | k2 | ... | km |
|---|---|---|---|---|
| a1 | x11 | x12 | ... | x1m |
| a2 | x21 | x22 | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| an | xn1 | xn2 | ... | xnm |

Имена строк (жёлтый фон) представляют имена альтернатив, имена столбцов (голубой) - имена критериев. На пересечении i-й строки и j-го столбца записывается оценка $x_{ij}$ альтернативы $a_i$ по критерию $k_j$ . Назовём такую форму представления модели выбора "критериальной таблицей".

Безусловно, эта модель широко известна большинству читателей. Ведь именно в такой форме публикуются многие "рейтинги", результаты сравнительного анализа и т.п. Читатель, привыкший иметь дело с критериальными таблицами, обычно сразу же припоминает нехитрый способ упорядочения альтернатив. В подавляющем большинстве случаев это – так называемая "линейная свёртке" (взвешенная сумма) – любимый всеми народами и во все времена способ обработки критериальной таблицы. Суть его проста. Сначала некоторым образом выбираются весовые коэффициенты критериев. Обозначим их вектором ($w_1$ , $w_2$ , ... , $w_m$). Затем, для каждой альтернативы (каждой i-ой строки таблицы) рассчитывается следующая величина

$$s_i = x_{i1} w_1 + x_{i2} w_2 + ... + x_i w_m \text{ (сумма берётся для всех j от 1 до m).}$$

Наконец, принимается правило: чем больше значение $s_i$ , тем лучше альтернатива $a_i$. Вот и все!

Идём дальше. Оказывается, линейная свёртке основана на неявном постулате: "низкая оценка по одному критерию может быть компенсирована высокой оценкой по другому". Однако, этот постулат верен отнюдь не для всех моделей сравнительной оценки "качества". Простейший пример – ухудшение качества изображения телевизора не может быть компенсировано улучшением качества его звука.

Но и это ещё не все. Серьёзные проблемы связаны с критериями. Прежде всего, не всегда удаётся *обосновать* тот набор критериев, который необходим и достаточен для решения ЗПР. Может показаться, что набор критериев "естественно" возникает в каждой конкретной задаче. Но, это далеко не так.

Ещё сложнее обстоит дело с весами критериев. Можно даже сказать, что веса критериев – самое тонкое место в проблеме критериального упорядочения альтернатив. Чаще всего веса назначают, исходя из интуитивного представления о сравнительной важности критериев. Однако исследования показывают, что человек (эксперт, ЛПР) не способен *непосредственно* назначать критериям корректные численные веса. Более того, есть данные, (они ещё не опубликованы) которые свидетельствуют о том, что человек не может корректно назначать веса даже на базе нечисловых шкал.

Если все так сложно, то как все же взяться за структурирование альтернатив, представленных в виде критериальной таблицы? Прежде всего, заметим, что в таблице могут оказаться альтернативы, которые имеют оценки по *всем* критериям хуже, чем другие альтернативы. Сразу ясно, что такие альтернативы неконкурентоспособны. Их можно смело вычёркивать из таблицы. После вычёркивания заведомо наихудших альтернатив, в таблице остаются только такие альтернативы, которые *хотя бы по одному критерию,* не хуже, чем другие. Множество таких альтернатив получило название "множество недоминируемых альтернатив", или "множество Парето". Парето – это фамилия (ударение на букве "е").

Итак, множество Парето мы получили. Что дальше? А дальше нужно все же задуматься о сравнительной важности (значимости) критериев. Прежде всего, критерии нужно попытаться *качественно* упорядочить по важности, т.е. упорядочить без назначения им весов. Сделать это можно, например, методом парных сравнений. Оказывается, что существуют методы структурирования альтернатив, построенные на использовании *только* информации о результатах попарного сравнения критериев по важности. Автор исторически одного из первых методов этого класса – все тот же В.В. Подиновский. Суть метода можно упрощённо пояснить на следующем примере. Пусть имеется 2 альтернативы и 2 критерия. И пусть задана критериальная таблица.

| | k1 | k2 |
|---|---|---|
| a | x | y |
| b | z | t |

Пусть, далее, известно, что критерий $\mathbf{k_1}$ важнее критерия $\mathbf{k_2}$ ($\mathbf{k_1} > \mathbf{k_2}$). Тогда, если $\mathbf{y} = \mathbf{t}$ и $\mathbf{x} > \mathbf{z}$, то можно утверждать, что $\mathbf{a} > \mathbf{b}$. При этом не играет роли *насколько* **x** больше **z**. Обратим внимание на то, что для упорядочения альтернатив нам не понадобились веса критериев. Мы использовали только *качественную* информацию о сравнительной важности критериев. Заметим, что если $\mathbf{y} < \mathbf{t}$, то метод ничего не может сказать об относительной предпочтительности альтернатив. Это говорит о том, что метод является достаточно *грубым*. Если

распространить описанную логику на таблицы произвольного размера – получим метод Подиновского.

Самым известным, классическим методом упорядочения альтернатив на основе качественной информации о сравнительной важности критериев является метод, основанный на понятии "единая порядковая шкала" (ЕПШ). Для объяснения этого понятия возьмём школьный пример. Пусть ставится задача упорядочить учеников некоторого класса по оценкам, полученным ими только по двум предметам. Для определённости пусть этими предметами будут математика и физкультура. Задано также, что математика важнее. Решим задачу "в лоб", т.е. перечислим все возможные пары оценок и упорядочим их по убыванию предпочтительности. Две верхние строчки такого упорядочения построить легко. Это

| Ранг | Математика | Физкультура |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 5 |
| 2 | 5 | 4 |

А дальше мы сразу наталкиваемся на проблему. Что лучше (5, 3) или (4, 5)? Со всей откровенностью приходится признаться, что ответ на это вопрос зависит от *произвола* лица, принимающего решение. Если для этого лица математика *значительно* важнее физкультуры, скорее всего, будет принято решение считать (5,3) более важным, чем (4,5). Тогда первые четыре строчки будут выглядеть так

| Ранг | Математика | Физкультура |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 5 |
| 2 | 5 | 4 |
| 3 | 5 | 3 |
| 4 | 4 | 5 |

Продолжая в том же духе, можно достроить всю таблицу до конца. Она, естественно, завершится парой отметок (1,1). Таблица такого типа и называется "единой порядковой шкалой". Пользоваться ею – одно удовольствие! Сравнение любой пары учеников сводится к поиску в таблице соответствующих их оценкам строк. Тот, чья строка оказалась выше – считается лучше. Если все так замечательно, почему же ЕПШ не нашла широкого распространения? Ответ прост – она может быть построена только для небольшого числа критериев. Попробуйте построить ЕПШ хотя бы для 7 школьных предметов, и вы быстро убедитесь в справедливости указанного недостатка.

Итак, мы рассмотрели несколько способов упорядочения (структуризации) альтернатив *без построения обобщённого* критерия. В теории принятия решений обобщённой критерий получил название "функция ценности" или "функция полезности". Линейная свёртке – простейший пример функции полезности. Таких функций разработано достаточно много. Есть, например, *мультипликативная* свёртка. Она используется в моделях, основанных на постулате: "низкая оценка хотя бы по одному критерию влечёт за собой низкое

значение функции полезности" (пример с телевизором). Записывается такая свёртка следующим образом

$s_i = \Pi\, x_{ij}^{w_j}$ (произведение берётся для всех j от 1 до m).

При этом, должны быть выполнены условия: $x_{ij}$ 1>;ΛH5 8;8 ≅025= 0 8 <5=ΛH5 8;8 ≅025= 1, и сумма всех $w_j = 1$. (где w – вес критерия)

В теории многокритериального анализа метод структурирования множества альтернатив (с учётом весов критериев или без него) принято называть "решающим правилом". Разнообразие решающих правил очень велико. Мы познакомились только с самыми простыми из них. Даже беглое описание основных классов решающих правил выходит за рамки этого краткого введения. В заключение этого раздела одно из самых замысловатых решающих правил. Оно родилось в недрах известной французской школы математиков, возглавляемой Б. Руа, получило название "Метод Электра" и на русском языке опубликовано в статье: Б. Руа "Классификация и выбор при наличии нескольких критериев". "Электра" относится к редкому классу методов, использующих численные веса критериев, но не использующих функцию полезности.

Рассмотрим следующую таблицу.

| | I+ (x > y) | I= (x = y) | I- (x < y) |
|---|---|---|---|
| **a** | x | x | x |
| **b** | y | y | y |

Пусть сравниваются две альтернативы **a** и **b**. Пусть все веса $\{w_1, w_2, \ldots, w_m\}$ критериев есть положительные действительные числа и сумма этих чисел равна **W**. Разобьём все множество критериев на 3 группы. В первую группу (обозначим её $\mathbf{I}^+$ ) включим критерии, для которых **a** лучше **b**, т.е. оценки **a** больше оценок **b** (x > y). Во вторую группу ($\mathbf{I}^=$), включим критерии, для которых справедливо x=y, наконец, в последнюю группу ($\mathbf{I}^-$), включим критерии, для которых x < y. Отметим, что вопрос происхождения весов критериев лежит за рамками метода. Важно также, что группа $\mathbf{I}^-$ не пуста, иначе можно было бы сразу сделать вывод, что **a** > **b.** Введём величину, называемую "индекс согласия" (имеется в виду согласие с тем, что **a**>**b**) и определяемую как

**c (a>b)** = (1/**W**) □ $w_j$ , где сумма берётся для всех критериев, в ходящих в группу $\mathbf{I}^+$.

Вторую величину назовём "индекс несогласия" и определим как

**d (a>b) =** (1/$\mathbf{d}_{max}$) max ($\mathbf{y}_j - \mathbf{x}_j$) для всех j, принадлежащих весам, входящим в группу $\mathbf{I}^-$. Здесь $d_{max}$ – максимальный размах шкалы оценок по критериям. Например, если оценки выставляются в разных шкалах и максимальная шкала имеет 10 градаций, то $d_{max} = 10$. Заметим, что для группы $\mathbf{I}^-$ справедливо $\mathbf{y}_j > \mathbf{x}_j$ для всех j, поэтому разность ($\mathbf{y}_j - \mathbf{x}_j$) всегда положительна.

Введём две константы: "порог согласия" **p** (величина, немногим меньшая 1), и "порог несогласия" **q** (величина, немногим большая нуля). И, наконец, определим, что будем считать альтернативу **a** предпочтительнее альтернативы **b** (**a**>**b**) тогда и только тогда, когда справедливо: **c (a>b)** больше или равно **p** и одновременно **d (a>b)** меньше или равно **q**. Содержательно это означает, что

мы принимаем альтернативу **a** предпочтительнее альтернативы **b** в том и только в том случае, когда удельная сумма весов критериев, для которых **(a>b)** достаточно велика, а максимальное единичное превосходство второй альтернативы над первой достаточно мало. Пороги согласия и несогласия выбираются из содержательных соображений.

В дальнейшем, при детальном анализе метода "Электра", у него выявились некоторые недостатки. Группа Руа совершенствовала метод. Появились методы "Электра II" и "Электра III".

*Аналитическая иерархическая процедура Саати*

В начале 1970 года американский математик Томас Саати разработал процедуру поддержки принятия решений, которую назвал "Analityc hierarchy process" (AHP). Авторы русского издания перевели это название как "Метод анализа иерархий". Этот метод относится к классу критериальных и занимает особое место, благодаря тому, что он получил исключительно широкое распространение и активно применяется по сей день, особенно в США. По этой причине он заслуживает подробного описания в отдельном разделе. Не следует думать, что его выдающаяся популярность объясняется какими-либо важными преимуществами этого метода, по сравнению с другими. Здесь мы сталкиваемся с известным психологическим феноменом: продукт, появившийся первым и удачно удовлетворяющий определённую потребность, захватывает рынок. Более поздние продукты, зачастую более совершенные, часто оказываются не способны вытеснить удачливого первенца.

На основе этого метода разработаны достаточно серьёзные системы поддержки принятия решений, например "Expert choice"

Описание метода выполним на конкретном примере выбора автомобиля.

Альтернативы:

- Жигули
- Москвич
- Иж
- Волга

Критерии:

- стиль
- надёжность
- экономия топлива

В основе AHP все та же линейная свёртка, но оценки альтернатив и веса критериев получаются особым образом.

В модели AHP вместо критериальной таблицы принята иерархия. Представим её следующим образом:

Уровень 0: Цель - выбрать автомобиль.

Уровень 1: Критерии -

– стиль
– надёжность
– экономичность

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

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

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

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

- равноценность
- умеренное превосходство
- сильное превосходство
- очень сильное превосходство
- высшее (крайнее) превосходство

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

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

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

использовалось понятие "быть лучше в N раз", что также допустимо. Далее простые дроби переводятся в десятичные. Получается такая таблица.

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

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

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

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

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

В методе Саати полученные таким образом нормированные суммы принимаются в качестве *оценок альтернатив по критерию "стильность"*. Отметим, что полученные оценки отражают исключительно точку зрения конкретного ЛПР. На самом деле, вместо строчных сумм Саати рекомендует использовать *собственный вектор* матрицы парных сравнений, считая его более точной оценкой. Мы же для простоты ограничимся строчными суммами, которые допустимы, но, с точки зрения Саати, менее точны.

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

| | Стиль | Надёжность | Экономичность |
|---|---|---|---|
| Стиль | 1/1 | 1/2 | 3/1 |
| Надёжность | 2/1 | 1/1 | 4/1 |
| Экономичность | 1/3 | 1/4 | 1/1 |

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

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

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

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

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

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

Жигули - 0,306;

Москвич - 0,272;

Иж - 0,094;

Волга - 0,328.

Затем производится анализ отношения стоимость/эффективность. Используется отношение полученной интегральной оценки к нормированной стоимости. Наилучшей считается альтернатива, для которой указанное отношение *максимально*.

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

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

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

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Таблица 1

Варианты заданий для лабораторных работ

| № варианта | Задание |
|---|---|
| 1. | Создание проекта: выбор ПК |
| 2. | Создание проекта: выбор ТВ |
| 3. | Создание проекта: выбор монитора |
| 4. | Создание проекта: выбор микроволновой печи |
| 5. | Создание проекта: выбор автомобиля |
| 6. | Создание проекта: выбор магнитолы |
| 7. | Создание проекта: выбор принтера |
| 8. | Создание проекта: выбор сканера |
| 9. | Создание проекта: выбор плоттера |
| 10. | Создание проекта: выбор материнской платы |
| 11. | Создание проекта: выбор процессора |
| 12. | Создание проекта: выбор модема |
| 13. | Создание проекта: выбор мобильного телефона |
| 14. | Создание проекта: выбор программного обеспечения ГИС |
| 15. | Создание проекта: выбор винчестера (НЖМД) |
| 16. | Создание проекта: выбор стационарного телефона |
| 17. | Создание проекта: выбор DVD-проигрывателя |
| 18. | Создание проекта: выбор Интернет-провайдера |
| 19. | Создание проекта: выбор видео |
| 20. | Создание проекта: выбор факсимильного аппарата |

## 2. Лабораторная работа №1. Понятия СППР. Эволюция информационных технологий и информационных систем

*Цель работы* - Определение основных теоретических понятий данной дисциплины, изучение этапов развития информационных технологий и информационных систем.

*Вопросы для изучения:*

1 Информация и данные.
2 Развитие информационных технологий.
3 Перспективные направления развития информационных систем.
4 Основные понятия систем поддержки принятия решений.

*Задание на лабораторную работу.*

Привести по три определения каждого понятия: «информация», «данные», «Системы поддержки принятия решений (СППР).

Выбрать критерии для отбора альтернатив, которые, по вашему мнению, должны быть в Вашей СППР. Выбрать также первичные и вторичные критерии, для обоснования своего выбора. Тема определяется по № варианта в алфавитном порядке из таблицы 1.

В конце работы представить выводы о проделанной работе.

## 3. Лабораторная работа №2. Поддержка процесса принятия решений с помощью MS Excel. Работа с инструментами «Подбор параметра» и «Таблица подстановки»

*Цель работы:* изучить возможности инструментов «Подбор параметра» и «Таблица подстановки» в MS Excel как элементов моделирования СППР.

*Ход работы:*

1 Ознакомиться с рекомендациями, приведёнными ниже.
2 Проанализировать возможности использования их в качестве средства моделирования в СППР.
3 Выбрать вариант задания в соответствии с вариантом (таблица 2).
4 Составить отчет о работе, который должен содержать достоверные выводы относительно возможности использования инструментов анализа данных MS Excel в СППР.

*Рекомендации по использованию в MS Excel инструмента анализа данных «Подбор параметра».*

С помощью функции выбор параметра MS Excel происходит поиск значения этого параметра формулы, что приводит к желаемому результату значения вычисления формулы. В ходе отбора MS Excel параметр изменяет значение указанной ячейки до тех пор, пока содержимое ячейки не займёт нужное значение. Параметр выбора используется, когда вы хотите найти значение ячейки, изменяя значения только в одной ячейке.

Для выбора параметра требуется выполнить следующие действия:

1 Выберите ячейку, содержащую формулу для вычисления результата.
2 Выберите команду *Сервис/Подбор параметра* откроется диалоговое окно *Подбор параметра.* В поле *Установить в ячейке* автоматически вставляет адрес выбранной ячейки.
3 В поле *Значение* окна *Подбор параметра* вы должны ввести значение целевого показателя результата. Затем можно переместить курсор в поле *Изменяя значение ячейки* и выберите на листе ячейку, содержащую поле, значение которого вы хотите найти.
4 После выполнения всех установок в окне *Подбор параметра* необходимо нажать кнопку *ОК*, в результате что будет поиск желаемого значения. В следующем диалоговом окне будет отображаться результат вычисления. После нажатия кнопки *ОК* в диалоговом окне результат окна будет вставлен в таблицу.
5 Если поиск значения становится слишком долгим, то можно временно остановить с помощью кнопки *Пауза*. Кнопка *Шаг* позволяет просматривать результаты промежуточных расчётов.

*Рекомендации по использованию MS Excel инструмента анализа данных «Таблицы подстановки».*

Таблица подстановки представляет собой диапазон ячеек, которые содержат результат вычислений по одной или нескольким формулам при подстановке различных значений одного параметра. Создать таблицу подстановки с помощью команды *Данные/Таблица подстановки*.

Если вы создаёте таблицу для одной переменной, формула должна включать ссылку на одну ячейку таблицы, которая в период формирования значения таблицы подстановки будут подставлены из списка. Соответственно, если вы создаёте таблицу подстановки для двух переменных первоначальная формула должна включать ссылки на две клетки. Ячейка с формулой аргумента помещаются в листе за пределами зоны таблицы подстановки.

Входные данные для таблицы подстановки должны быть представлены в виде списка. Для таблицы подстановки с одним параметром ввода может находиться либо в строке или в столбце листа.

Формула для таблицы подстановки с одним параметром должна быть в первой строке (столбце) таблицы подстановки, поскольку список значений в столбце (строке) может иметь строковые значения только для чтения в направлении увеличения числа строк (столбцов). Когда вы создаёте таблицы подстановки с двумя параметрами, формула расположена на пересечении столбца и строки входных данных.

При создании таблицы подстановки вы должны сделать следующее:

1 Выберите диапазон ячеек со списком входных данных и диапазон ячеек, содержащих формулы.

2 Выберите команду *Данные/Таблица* подстановки.

3 Если исходные данные таблицы с одним параметром находятся в колонке (строка), то в окне *Таблица подстановки* в поле Подставить значения по строкам в: (*Подставить значения по столбцам в:*) необходимо указать адрес ячейки, на которые ссылается формула. Чтобы указать адрес, просто нажмите мышкой на соответствующую ячейку листа.

4 В случае создания таблицы с двумя параметрами, их адреса указаны в окне *Таблица подстановки* в поле *Подставить значения по столбцам в*.

5 После ввода параметров адреса, нажмите на кнопку *ОК*. В результате будет создана таблица подстановки.

*Задание на лабораторную работу.*

*Задание 1.* Вычислить размер депозита при известных сроке, процентной ставке и сумме платежей в конце срока депозита. Варианты заданий представлены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты заданий для лабораторных работ

| № варианта | Срок депозита | Процентная ставка | Сумма выплат |
|---|---|---|---|
| 1 | 8 | 7 | 5500 |
| 2 | 9 | 8 | 5700 |
| 3 | 10 | 9 | 5900 |

Продолжение табл. 2

| № варианта | Срок депозита | Процентная ставка | Сумма выплат |
|---|---|---|---|
| 4 | 11 | 10 | 6100 |
| 5 | 12 | 11 | 6300 |
| 6 | 13 | 12 | 6500 |
| 7 | 14 | 13 | 6700 |
| 8 | 15 | 14 | 6900 |
| 9 | 16 | 15 | 7100 |
| 10 | 17 | 16 | 7300 |
| 11 | 18 | 17 | 7500 |
| 12 | 19 | 18 | 7700 |
| 13 | 20 | 19 | 7900 |
| 14 | 21 | 20 | 8100 |
| 15 | 22 | 21 | 8300 |
| 16 | 23 | 22 | 8500 |
| 17 | 24 | 23 | 8700 |
| 18 | 25 | 24 | 8900 |
| 19 | 26 | 25 | 9100 |
| 20 | 27 | 26 | 9300 |

*Пример решения*. В MS Excel необходимо создать следующую таблицу (рис. 1):

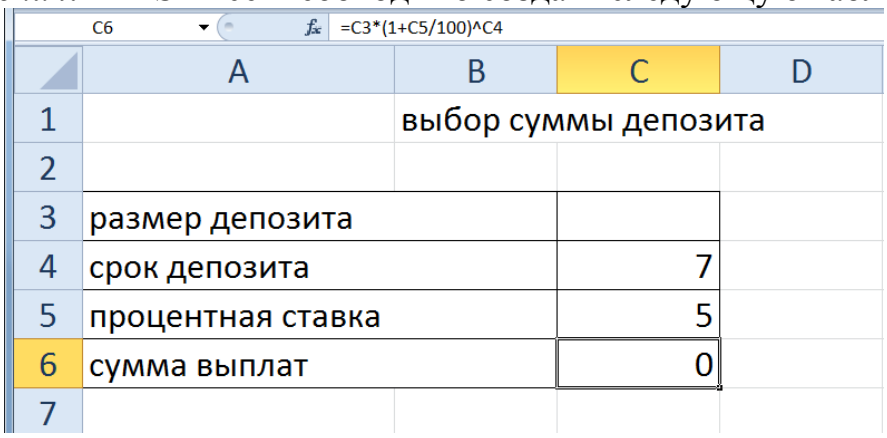



Рис. 1. Таблица расчётов в MS Excel

В ячейке C6 написать формулу = C3 * (1 + C5/100)^C4. Эта запись является эквивалентом в формулу (1) для расчёта количества платежей по депозитним вкладам:

$$S = P(1+i)^n \qquad (1)$$

где: S-это сумма выплат по депозитам через n лет;

P-размер депозита;

i – Процентная ставка.

Далее необходимо вызвать команду *Сервис/Подбор параметра* и заполнить диалоговое окно, как показано на рис. 2:

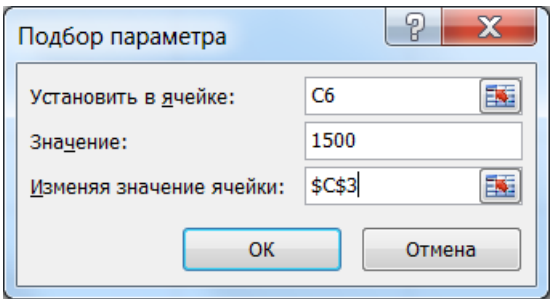



Рис. 2. Диалоговое окно «Подбор параметра»

После нажатия кнопки *OK* в диалоговом окне в ячейку *Размер депозита* будет вставлено значение 1066,02.

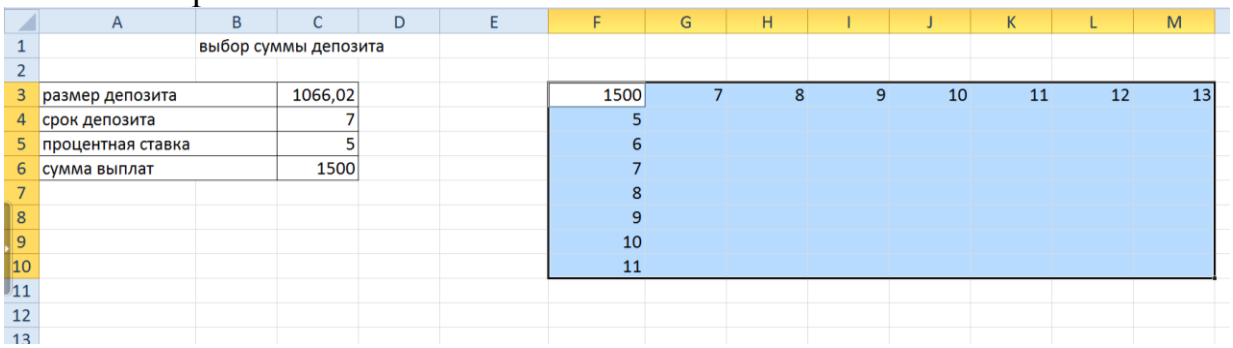
*Задание 2.* С помощью инструмента анализа данных MS Excel «Таблица подстановки» оценить влияние следующих параметров на сумму платежей в конце срока депозита:

1) изменение сроков депозита;
2) изменение процентной ставки.

Размер депозита остаётся прежней – 1066,02. Состояние задачи, представленные в таблице 1.

*Пример решения*. Для решения этой задачи выполните следующие действия:

1. Для ясности мы используем данные из предыдущей задачи, поэтому вам нужно скопировать таблицу, как показано на рис. 1 на пустой лист книги MS Excel;
2. Скопируйте ячейку со значением сумма выплат (C6) в свободный лист (F3);
3. В ячейке F4-F10 введите число от 5 до 11. Этот столбец отображает изменения процентной ставки;
4. В клетках G3-M3 введите номера от 7 до 13. Эта строка показывает изменения срока депозита. В результате действий получаем таблицу, как показано на рис. 3:



| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | выбор суммы депозита | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | размер депозита | | 1066,02 | | | 1500 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 4 | срок депозита | | 7 | | | 5 | | | | | | | |
| 5 | процентная ставка | | 5 | | | 6 | | | | | | | |
| 6 | сумма выплат | | 1500 | | | 7 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | 8 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | 9 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | 10 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | 11 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 3. Исходная таблица для расчёта в MS Excel с помощью инструмента «Таблицы подстановки»

*5* Выберите команду *Данные/Таблица подстановки*.

*6* Заполняем окно как показано на рис. 4:

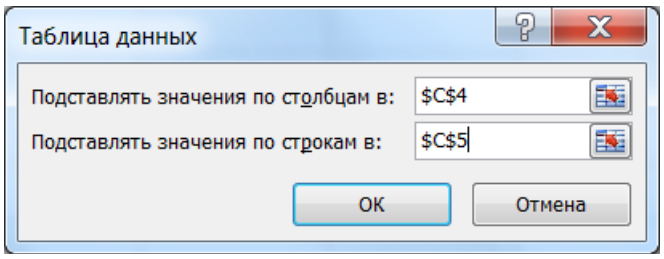



Рис. 4. Диалоговое окно «Таблица данных» (в других версиях может быть «Таблица подстановки»)

*7* После нажатия кнопки *ОК* на листе получим таблицу 3:

Таблица 3

Результаты применения инструмента «Таблица подстановки» в MS Excel

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1500 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 5 | 1500 | 1575 | 1653,75 | 1736,438 | 1823,259 | 1914,422 | 2010,143 |
| 6 | 1602,903 | 1699,077 | 1801,022 | 1909,083 | 2023,628 | 2145,046 | 2273,748 |
| 7 | 1711,798 | 1831,624 | 1959,838 | 2097,027 | 2243,818 | 2400,886 | 2568,948 |
| 8 | 1826,974 | 1973,132 | 2130,983 | 2301,462 | 2485,578 | 2684,425 | 2899,179 |
| 9 | 1948,73 | 2124,116 | 2315,286 | 2523,662 | 2750,791 | 2998,363 | 3268,215 |
| 10 | 2077,375 | 2285,113 | 2513,624 | 2764,987 | 3041,485 | 3345,634 | 3680,197 |
| 11 | 2213,232 | 2456,688 | 2726,924 | 3026,885 | 3359,843 | 3729,425 | 4139,662 |

*Контрольные вопросы:*

1. Для чего предназначен инструмент «Подбор параметра» в MS Excel?
2. Для чего предназначен инструмент «Таблица подстановки» в MS Excel?
3. Какие возможности дают инструменты «Подбор параметра» и «Таблица подстановки» для СППР?

## 4. Лабораторная работа № 3. Поддержка процесса принятия решений с помощью MS Excel. Работа с инструментами «Поиск решения», «Диспетчер сценариев»

*Цель работы*: изучить возможности инструментов «Поиск решения», «Диспетчер сценариев» в MS Excel для моделирования СППР.

*Ход работы:*

1. Изучите рекомендации по использованию средств анализа данных MS Excel.
2. Проанализировать возможности использования их в качестве средства моделирования в СППР.
3. Завершить задачу в соответствии с вариантом (таблицы 5, 6).
4. Составить отчёт о лабораторной работе, которая включает в себя выводы относительно возможности использования средств анализа данных MS Excel в СППР.

*Рекомендации по использованию анализа данных MS Excel инструмент «Поиск решения»*

Процедура поиска решения позволяет для данного критерия оптимизации найти набор значений переменных, удовлетворяющих ограничениям.

Для вызова процедуры поиска решения необходимо выбрать команду *Сервис/Поиск решения*, появиться диалоговое окно *«Поиск решения»* (рис. 5):

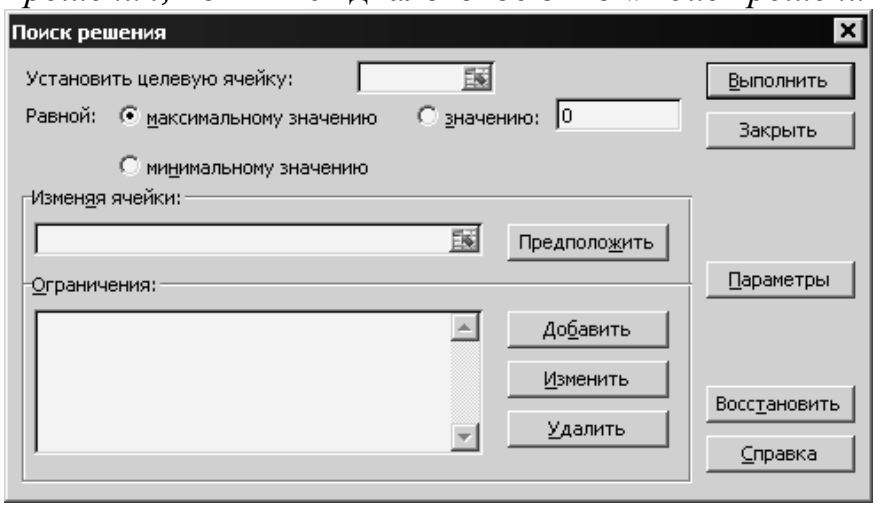



Рис. 5. Диалоговое окно «Поиск решения»

Элементы диалогового окна «Поиск решения»:

1. **Установить целевую ячейку –** используется для обозначения целевой ячейки, значение, которое вы хотите максимизировать, свести к минимуму или присвоить определённое число. Эта ячейка должна содержать формулу.
2. **Равной –** используется для выбора параметра оптимизации значения целевой ячейки (развернуть, свернуть, или выбора определённого числа). Чтобы задать число, введите его в поле.

3. **Изменяя ячейки. Установить целевую ячейку** – используется для обозначения ячеек, значения которых можно изменить в процессе поиска решения, пока установленные задачи и условие оптимизации значения ячеек, указанные в *Установить целевую ячейку*, не будет выполнен. *Предположить* используется для автоматического поиска клеток, это влияет на формулы ссылки в *Установить целевую ячейку*. Результат поиска отображается в *Изменяя ячейки*.
4. **Ограничения –** используется для отображения списка текущих ограничений для поставленной задачи. **Добавить** – используется для отображения диалогового окна *Добавить ограничение*. **Изменить** – используется для отображения диалогового окна *Изменить ограничение*. **Удалить** – используется для удаления ограничения. **Выполнить** – используется для запуска поиска решения поставленной задачи. **Закрыть** – используется для выхода из диалогового окна без решения. Это сохраняет изменения, внесённые с помощью кнопок **Параметры**, **Добавить**, **Изменить,** или **Удалить**.
5. **Параметры –** используется для отображения диалогового окна **Параметры поиска решения,** для сохранения последних параметров.
6. **Восстановить** – используется для очистки поля диалога и восстановления значения параметров решения.

*Задание 1.* Некая компания производит четыре вида продукции A, B, C, D, используя три типа ресурсов.

Таблица 4

Нормы ресурсов для производства

| Ресурсы | Тип продукции | | | | Объем ресурсов |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | |
| Сырье, кг | 8 | 6 | 4 | 2 | 70 |
| Рабочая сила, час. | 36 | 12 | 15 | 25 | 420 |
| Оборудование, час. | 12 | 13 | 17 | 15 | 245 |
| Прибыль на один продукт, у.е. | 35 | 30 | 48 | 46 | |

Норма расходов ресурсов производства каждого типа производства (в у.е.) таблица 1.

Какие виды продукции и сколько необходимо для производства, чтобы прибыль была максимальной?

Варианты заданий для лабораторных работ представлены в таблице 5. Следующие показатели являются неизменяемыми:

- Прибыль на один продукт, у.е;
- Объем ресурсов.

Таблица 5

Варианты заданий для лабораторных работ

| № варианта | Ресурсы | Виды продукции | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D |
| 1 | Сырье, кг | 13 | 11 | 9 | 7 |
| | Рабочая сила, час. | 41 | 17 | 20 | 30 |
| | Оборудование, час. | 17 | 18 | 22 | 20 |
| 2 | Сырье, кг | 18 | 16 | 14 | 12 |
| | Рабочая сила, час. | 46 | 22 | 25 | 35 |
| | Оборудование, час. | 22 | 23 | 27 | 25 |
| 3 | Сырье, кг | 23 | 21 | 19 | 17 |
| | Рабочая сила, час. | 51 | 27 | 30 | 40 |
| | Оборудование, час. | 27 | 28 | 32 | 30 |
| 4 | Сырье, кг | 28 | 26 | 24 | 22 |
| | Рабочая сила, час. | 56 | 32 | 35 | 45 |
| | Оборудование, час. | 32 | 33 | 37 | 35 |
| 5 | Сырье, кг | 33 | 31 | 29 | 27 |
| | Рабочая сила, час. | 61 | 37 | 40 | 50 |
| | Оборудование, час. | 37 | 38 | 42 | 40 |
| 6 | Сырье, кг | 38 | 36 | 34 | 32 |
| | Рабочая сила, час. | 66 | 42 | 45 | 55 |
| | Оборудование, час. | 42 | 43 | 47 | 45 |
| 7 | Сырье, кг | 43 | 41 | 39 | 37 |
| | Рабочая сила, час. | 71 | 47 | 50 | 60 |
| | Оборудование, час. | 47 | 48 | 52 | 50 |
| 8 | Сырье, кг | 48 | 46 | 44 | 42 |
| | Рабочая сила, час. | 76 | 52 | 55 | 65 |
| | Оборудование, час. | 52 | 53 | 57 | 55 |
| 9 | Сырье, кг | 53 | 51 | 49 | 47 |
| | Рабочая сила, час. | 81 | 57 | 60 | 70 |
| | Оборудование, час. | 57 | 58 | 62 | 60 |
| 10 | Сырье, кг | 58 | 56 | 54 | 52 |
| | Рабочая сила, час. | 86 | 62 | 65 | 75 |
| | Оборудование, час. | 62 | 63 | 67 | 65 |
| 11 | Сырье, кг | 63 | 61 | 59 | 57 |
| | Рабочая сила, час. | 91 | 67 | 70 | 80 |
| | Оборудование, час. | 67 | 68 | 72 | 70 |
| 12 | Сырье, кг | 68 | 66 | 64 | 62 |
| | Рабочая сила, час. | 96 | 72 | 75 | 85 |
| | Оборудование, час. | 72 | 73 | 77 | 75 |
| 13 | Сырье, кг | 73 | 71 | 69 | 67 |
| | Рабочая сила, час. | 101 | 77 | 80 | 90 |
| | Оборудование, час. | 77 | 78 | 82 | 80 |
| 14 | Сырье, кг | 78 | 76 | 74 | 72 |
| | Рабочая сила, час. | 106 | 82 | 85 | 95 |
| | Оборудование, час. | 82 | 83 | 87 | 85 |
| 15 | Сырье, кг | 83 | 81 | 79 | 77 |
| | Рабочая сила, час. | 111 | 87 | 90 | 100 |
| | Оборудование, час. | 87 | 88 | 92 | 90 |

Продолжение табл. 5

| № варианта | Ресурсы | Виды продукции | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D |
| 16 | Сырье, кг | 88 | 86 | 84 | 82 |
| | Рабочая сила, час. | 116 | 92 | 95 | 105 |
| | Оборудование, час. | 92 | 93 | 97 | 95 |
| 17 | Сырье, кг | 93 | 91 | 89 | 87 |
| | Рабочая сила, час. | 121 | 97 | 100 | 110 |
| | Оборудование, час. | 97 | 98 | 102 | 100 |
| 18 | Сырье, кг | 98 | 96 | 94 | 92 |
| | Рабочая сила, час. | 126 | 102 | 105 | 115 |
| | Оборудование, час. | 102 | 103 | 107 | 105 |
| 19 | Сырье, кг | 103 | 101 | 99 | 97 |
| | Рабочая сила, час. | 131 | 107 | 110 | 120 |
| | Оборудование, час. | 107 | 108 | 112 | 110 |
| 20 | Сырье, кг | 108 | 106 | 104 | 102 |
| | Рабочая сила, час. | 136 | 112 | 115 | 125 |
| | Оборудование, час. | 112 | 113 | 117 | 115 |

*Пример решения.* Значения:

$X_1$ – количество изготовленной продукции A;

$X_2$ – количество изготовленной продукции B;

$X_3$ – количество изготовленной продукции C;

$X_4$ – количество изготовленной продукции D;

F – Целевая функция, величина максимальной прибыли.

Построить математическую модель (1):

$$F = 35\,X_1 + 30\,X_2 + 48\,X_3 + 46\,X_4$$

$$\begin{cases} 8x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 2x_4 \le 70 \\ 36x_1 + 12x_2 + 15x_3 + 25x_4 \le 420 \\ 12x_1 + 13x_2 + 17x_3 + 15x_4 \le 245 \end{cases} \qquad (1)$$

Решение задачи в MS Excel:

1. На листе создайте таблицу, как показано на рис. 6.

   В ячейках B9 – B12 запишем:

   - B9: =B3*B$8+C3*C$8+D3*D$8+E3*E$8;
   - B10: =B4*B$8+C4*C$8+D4*D$8+E4*E$8;
   - B11: =B5*B$8+C5*C$8+D5*D$8+E5*E$8;
   - B12: =B6*B8+C6*C8+D6*D8+E6*E8.

   Эти уравнения являются математическими моделями (1).

B12 =B6*B8+C6*C8+D6*D8+E6*E8

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ресурсы | Тип продукции | | | | Объем ресурсов |
| 2 | | A | B | C | D | |
| 3 | Сырье, кг | 8 | 6 | 4 | 2 | 70 |
| 4 | Рабочая сила, год. | 36 | 12 | 15 | 25 | 420 |
| 5 | Оборудование, год. | 12 | 13 | 17 | 15 | 245 |
| 6 | Прибыль на один продукт, у.е. | 35 | 30 | 48 | 46 | |
| 7 | Переменные | x1 | x2 | x3 | x4 | |
| 8 | значения | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | Ограничения | 0 | <= | 70 | | |
| 10 | | 0 | <= | 420 | | |
| 11 | | 0 | <= | 245 | | |
| 12 | Целевая функция | 0 | | | | |
| 13 | | | | | | |

Рис. 6. Таблица для расчёта в MS Excel

2. *Выполните команду Сервис/Поиск решения* и появится диалоговое окно “*Поиск решения*” как показано на рис. 7.

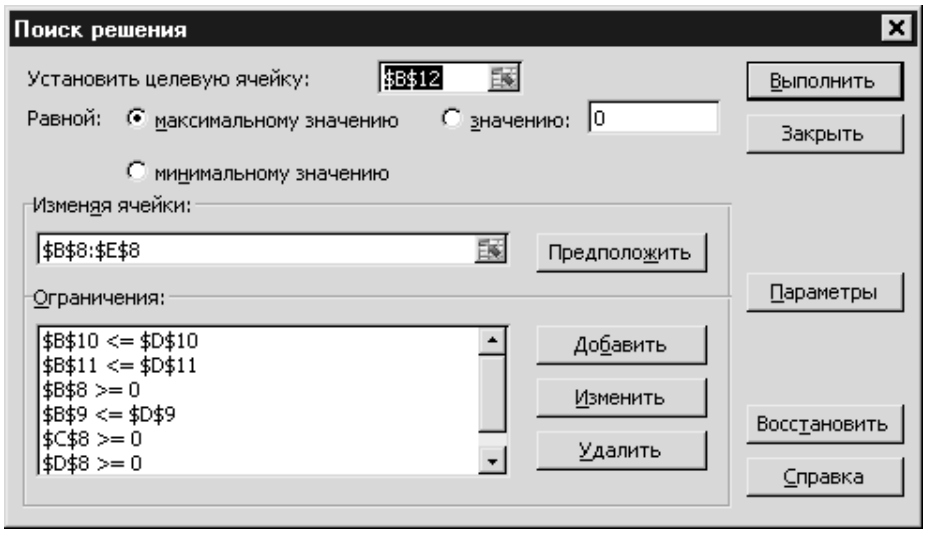



Рис. 7. Пример диалогового окна «Поиск решения»

Для выполнения вычислений нажмите кнопку *Выполнить* диалогового окна *«Поиск решения»*. После вычисления полученные значения будут вставлены в таблицу и откроется окно с сообщением о конце поиска решения. Для обновления таблицы должны быть установлены в окне галочки *Сохранить найденное решение*. Для создания отчёта с результатами расчёта выбрать тип отчёта в соответствующем поле.

3. После завершения действий в MS Excel будет иметь вид как показано на рис. 8:

B12 =B6*B8+C6*C8+D6*D8+E6*E8

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ресурсы | Тип продукции | | | | Объем ресурсов |
| 2 | | A | B | C | D | |
| 3 | Сырье, кг | 8 | 6 | 4 | 2 | 70 |
| 4 | Рабочая сила, год. | 36 | 12 | 15 | 25 | 420 |
| 5 | Оборудование, год. | 12 | 13 | 17 | 15 | 245 |
| 6 | Прибыль на один продукт, у.е. | 35 | 30 | 48 | 46 | |
| 7 | Переменные | x1 | x2 | x3 | x4 | |
| 8 | значения | 0 | 0 | 0 | 16,333333 | |
| 9 | Ограничения | 32,6667 | <= | 70 | | |
| 10 | | 408,333 | <= | 420 | | |
| 11 | | 245 | <= | 245 | | |
| 12 | Целевая функция | 751,333 | | | | |

Рис. 8. Таблица в MS Excel после выполнения вычислений

Как видно из рис. 8 Максимальная прибыль составляет 751,33 у.е. при условии, что предприятие выберет 17 единиц продукции типа D.

*Рекомендации в отношении использования анализа данных в MS Excel «Диспетчер сценариев».*

Диспетчер сценариев – это инструмент Excel, который может использоваться для поддержки принятия решений в сложных ситуациях, которые требуют анализа типа “ЧТО ЕСЛИ?”. Этот инструмент позволяет создать несколько вариантов решений одной проблемы и позволяет использовать до 32-х вариантов.

Сценарий — это набор значений, которые Microsoft Office Excel сохраняет и может автоматически подставлять в листе. Сценарии могут использоваться для прогнозирования результатов моделей, для выполнения расчётов на листе Exel. Существует возможность создавать и сохранять различные группы значений одного листа, затем переключиться на любой из этих новых сценариев, чтобы просматривать различные результаты.

Создание сценария:

1. Выберите команду *Сценарии* в меню *Сервис*.
2. Нажмите кнопку *Добавить*.
3. Введите в поле *Название сценария* имя сценария.

4. В поле *Изменяемые ячейки* введите ссылку на ячейки, которые требуется изменить.

Примечание. Чтобы сохранить первоначальные значения влияющих ячеек, создайте сценарий, который использует начальные значения ячеек.

5. Установите необходимые флажки *Защита*.
6. Нажмите кнопку *OK*.
7. Введите требуемое значение в диалоговом окне *Значения ячеек сценария*.
8. Чтобы создать сценарий, нажмите кнопку *OK*.
9. Если вы хотите создать дополнительные сценарии, нажмите кнопку *Добавить*, и затем повторите процедуру. После завершения создания сценариев нажмите кнопку *OK*, после - кнопку *Закрыть* в диалоговом окне *Диспетчер сценариев*.

Изменение сценария.

Если внести изменения в сценарий, он будет сохранен с основным именем нового значения переменной.

1. Выберите команду *Сценарии* в меню *Сервис*.
2. Выберите имя переменной и затем нажмите кнопку *Изменить*.
3. Сделайте необходимые изменения.
4. Введите требуемое значение в диалоговом окне *Значения ячеек сценария*.
5. Выполните одно из следующих действий:
   - чтобы сохранить изменения, нажмите кнопку *OK*;
   - чтобы вернуться к диалоговому окну *Диспетчер сценариев*, не изменяя текущего сценария, нажмите кнопку *Отмена*.

*Задание 2.* Использование программы MS Excel для расчёта индекса притока в страну прямых иностранных инвестиций. С помощью инструмента MS Excel *«Диспетчер сценариев»* выполните расчёт индекса для нескольких сценариев. Оформите результаты на рабочем листе MS Excel и выберите оптимальный вариант.

Дано (млрд. у. е.):

- Валовой внутренний продукт страны – 15,71;
- Валовой мировой продукт – 12556,69;
- Объем инвестиций в стране – 0,48;
- Объем инвестиций во всех странах – 364,28.

Варианты заданий для лабораторных работ в таблице 6.

Таблица 6

Варианты заданий для лабораторной работы

| № варианта | Валовой внутренний продукт страны | Валовой мировой продукт | Объем инвестиций в стране | Объем инвестиций во всех странах |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 26,8 | 37689,23 | 0,97 | 245,35 |
| 2 | 27,3 | 37928,45 | 1,03 | 256,47 |
| 3 | 27,8 | 38167,67 | 1,09 | 267,59 |
| 4 | 28,3 | 38406,89 | 1,15 | 278,71 |
| 5 | 28,8 | 38646,11 | 1,21 | 289,83 |
| 6 | 29,3 | 38885,33 | 1,27 | 300,95 |
| 7 | 29,8 | 39124,55 | 1,33 | 312,07 |
| 8 | 30,3 | 39363,77 | 1,39 | 323,19 |
| 9 | 30,8 | 39602,99 | 1,45 | 334,31 |
| 10 | 31,3 | 39842,21 | 1,51 | 345,43 |
| 11 | 31,8 | 40081,43 | 1,57 | 356,55 |
| 12 | 32,3 | 40320,65 | 1,63 | 367,67 |
| 13 | 32,8 | 40559,87 | 1,69 | 378,79 |
| 14 | 33,3 | 40799,09 | 1,75 | 389,91 |
| 15 | 33,8 | 41038,31 | 1,81 | 401,03 |
| 16 | 34,3 | 41277,53 | 1,87 | 412,15 |
| 17 | 34,8 | 41516,75 | 1,93 | 423,27 |
| 18 | 35,3 | 41755,97 | 1,99 | 434,39 |
| 19 | 35,8 | 41995,19 | 2,05 | 445,51 |
| 20 | 36,3 | 42234,41 | 2,11 | 456,63 |

*Пример решения.* Индекс притока в страну прямых иностранных инвестиций рассчитывается по следующей формуле (2):

$$INV = (I_i / I_w) / (G_i / G_w) \quad (2)$$

Где G – общий мировой продукт страны (i) и по всему миру (w); I – приток инвестиций в стране (i) и во всех странах мира (w). INV – Индекс притока в страну прямых иностранных инвестиций.

Данный показатель характеризует относительный успех страны в привлечении инвестиций, однако не измеряют факторы этих причины.

Если индекс притока инвестиций в страну больше 1, это означает, страна получает больше прямых иностранных инвестиций, чем могли предвидеть на основе сравнения вышеуказанных коэффициентов. Эта страна имеет больше преимуществ для транснациональных компаний (ТНК), например, более либеральные по сравнению с другими странами.

В MS Excel вам нужно создать в следующую таблицу (рис. 9):

C7 | =(C5/C6)/(C3/C4)

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | Рачсет индекса притока в стану прямых иностранных инвестиций | | |
| 2 | Показатель | единица измерения | значение |
| 3 | Валовой внутренний продукт страны | млрд. у.е. | 15,71 |
| 4 | Валовой мировой продукт | млрд. у.е. | 12556,69 |
| 5 | Объем инвестиций в стране | млрд. у.е. | 0,48 |
| 6 | Объем инвестиций во всех странах | млрд. у.е. | 364,28 |
| 7 | **Индекс притока в стану прямых иностранных инвестиций** | | **1,053185562** |
| 8 | | | |

Рис. 9. Таблица для расчёта в MS Excel

В ячейку С7 введите формулу =(С5/С6)/(С3/С4). Затем выберите ячейки С3:С6 и выполните команду, нажатием кнопки *Сценарии* в меню *Сервис*. В окне *Диспетчер сценариев* нажмите на кнопку *Добавить*. В окне *Добавление сценария* в поле *Название сценария* введите имя сценария, например *«Сценарий1»* и нажмите на кнопку *ОК*. Диалоговое окно *Значения ячеек сценария* заполняем как на рис. 10:

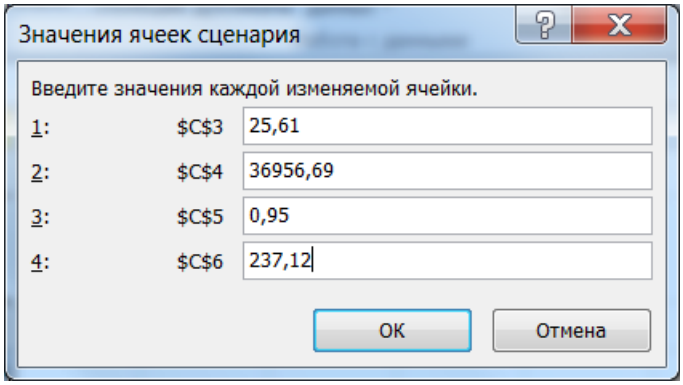



Рис. 10. Заполнение окна Значения ячеек сценария («Сценарий1»)

После нажатия на кнопку *ОК* возвращаемся в окно *Диспетчер сценариев*. Аналогичным образом создаём *«Сценарий2» и «Сценарий3»* (рис. 11, рис. 12):

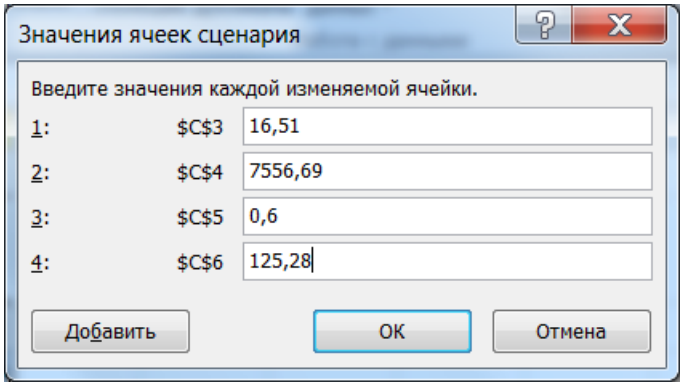



Рис. 11. Заполнение окна Значения ячеек сценария («Сценарий2»)

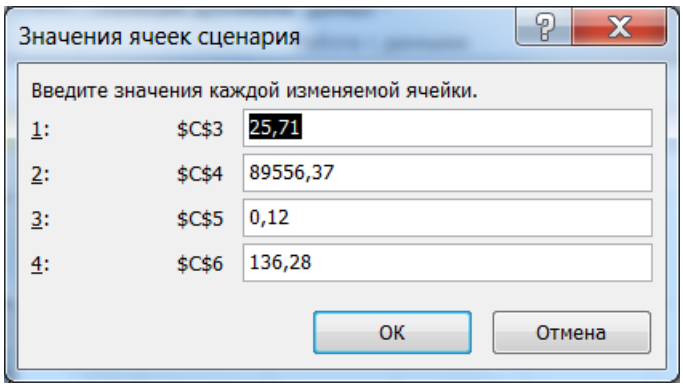



Рис. 12. Заполнение окна Значения ячеек сценария («Сценарий3»)

После выполнения данных действий возвращаемся обратно в окно *Диспетчер сценариев* и нажимаем на кнопку *Отчёт*. В окне появляется поле *Тип отчёта*, где выбираем *Сводная таблица*, а в поле *Ячейки результата Запишем C7:C8*. После нажатия на кнопку *OK* в книге Excel создаётся дополнительный лист с названием *Сводная таблица по сценарию*. На этом листе помещены в один столбец названий сценариев, и в другой – результаты их действия, получим таблицу 7:

Таблица 7

Результат работы инструмента MS Excel *«Диспетчер сценариев»*

| | |
|---|---|
| Сценарий1 | 5,781478401 |
| Сценарий2 | 2,192068084 |
| Сценарий3 | 3,067210106 |

Как видно из таблицы 7, Сценарий1 имеет наибольшее значение (5,78). Этот сценарий является лучшим.

*Контрольные вопросы:*

1. Дайте определение понятию сценарий.
2. Для чего необходим инструмент MS Excel «Поиск решения»?
3. Для чего необходим инструмент MS Excel «Диспетчер сценариев»?
4. Какими командами вызываются эти средства?
5. Какие варианты могут быть использованы в Диспетчере сценариев? Чем они отличаются?
6. По завершении работы Диспетчер сценариев выводит:
   - список всех вариантов;
   - только лучший вариант?

Сколько параметров вы можете использовать в инструменте MS Excel «Диспетчер сценариев»?

## 5. Принятие решений с помощью аналитической системы СППР «Выбор»

## 6. Лабораторная работа №4. Работа с СППР «Выбор». Основные методы и функции

*Цель работы:* Ознакомиться с основными командами и получить основные навыки при работе с СППР «Выбор».

*Ход работы:*

1. Ознакомиться с основами метода анализа иерархий.
2. Узнать основные аспекты интерфейса *СППР «Выбор»*.
3. Ознакомиться с интерфейсом и основными командами, использованием инструментов, имеющихся в *СППР «Выбор»*.
4. Составить отчёт о лабораторной работе, включая выводы относительно возможности использования средств анализа данных *СППР «Выбор»*.

*Основные аспекты интерфейса СППР «Выбор».*

*Система поддержки принятия решений (СППР) «Выбор»* - аналитическая система, основанная на методе анализа иерархий (МАИ), является простым и удобным средством, которое поможет структурировать проблему, построить набор альтернатив, выделить характеризующие их факторы, задать значимость этих факторов, оценить альтернативы по каждому из факторов, найти неточности и противоречия в суждениях лица, принимающего решение (ЛПР)/эксперта, проранжировать альтернативы, провести анализ решения и обосновать полученные результаты. Система опирается на математически обоснованный метод анализа иерархий Томаса Саати.

Клиентское приложение ***СППР «Выбор»*** имеет интуитивный интерфейс пользователя. Главное окно является инструментом для работы над проектом, которое позволяет просматривать и редактировать иерархии выбранного проекта.

Основные компоненты интерфейса ***СППР «Выбор».***

- **Панели инструментов.**

С помощью панелей инструментов осуществляется быстрый доступ к основным инструментам приложения, сосредоточенным в главном меню. Каждому пункту главного меню соответствует кнопка быстрого запуска на панелях инструментов.

- **Подсказки.**

Практически все элементы окон снабжены подсказками, которые появляются при небольшой задержке курсора мыши на необходимом элементе. Более подробная информация обо всех инструментах приложения содержится в помощи, сосредоточенной в главном меню Помощь.

- **Контекстно-зависимая справка.**

***СППР «Выбор»*** обладает мощной справочной системой по каждому инструменту приложения. Более 300 пунктов помощи помогут вам быстрее разобраться, как использовать тот или иной элемент приложения. Помощь также предоставляет поиск информации по ключевым словам и фразам.

- **Помощь по диалоговым окнам.**

Все диалоговые окна снабжены справочной информацией. Нажмите клавишу F1 для вызова справки по текущему окну.

СППР «Выбор» имеет многоуровневое главное меню. В нем сосредоточены все необходимые инструменты обработки данных.

Все пункты разбиты по группам в подменю:

- Файл - открытие, сохранение, закрытие проектов, создание новых, настройка приложения, принтера для печати, а также закрытие приложения.
- Проект - работа с иерархиями, произведение расчётов, получение отчётов, редактирование свойств проекта.
- Сеть - отсылка выбранным экспертам текстовых сообщений, проектов, открытие пришедших сообщений, просмотр списка сетевых событий.
- Помощь - вызов справки и окна информации о программе.

В главном окне приложения для быстрого вызова некоторых инструментов можно использовать следующие горячие клавиши:

**Файл**

***Ctrl+N*** - Новый
***F3*** - Открыть
***F2*** - Сохранить
***Ctrl+F2*** – Сохранить как
***F10*** - Закрыть
***F4*** – Настройка принтера
***Ctrl+O*** - Опции

**Проект**

***Ctrl+I*** – Информация о готовности
***Ctrl+C*** - Расчет
***Ctrl+Alt+C*** – Сетевой расчёт
***Ctrl+R*** – Результат расчётов
***Ctrl+P*** – Просмотр отчёта
***Ctrl+T*** – Изменить тип
***Ctrl+V*** – Режим просмотра
***Shift +Ctrl+P*** - Свойства

**Сеть**

***F5*** – Текстовое сообщение
***F6*** – Послать проект
***F10*** – Выбрать экспертов
***F9*** - Эксперты

***F11*** – Окно сетевых сообщений
***F12*** – Окно с пакетами

**Помощь**

***F1*** - Информация
***Ctrl+F1*** – О программе

В окнах со списками, если фокус ввода находится на списке, то становятся доступными следующие горячие клавиши:

- **Insert** или **"+"** – добавление записи.
- **Delete** или **"-"** – удаление текущей записи.

*Практическая задача.*
Создание проекта по выбору автомобиля:
Марка автомобиля 5-10 шт.
Критерии оценки:

1. Мощность двигателя (Мощный)
2. Стоимость (Высокая)
3. Качество (Высокое)
4. Известность марки (Известна)
5. Комфорт (Комфортен)
6. Стильность (Стильный)

*Создание проекта*

1. Для создания нового проекта выберите пункт меню Файл/Новый. Горячие клавиши вызова данного пункта меню ***Ctrl + N***
2. Щёлкните на прямоугольник в центре окна, щелкните правой кнопкой мыши, вызвав контекстное меню и выберите в нем *«Свойства проекта»*.
3. Выберите вкладку *«Уровни»*.
4. Нажмите на знак «+» 3 раза.
5. Появится список 3-х уровней (рис. 13).

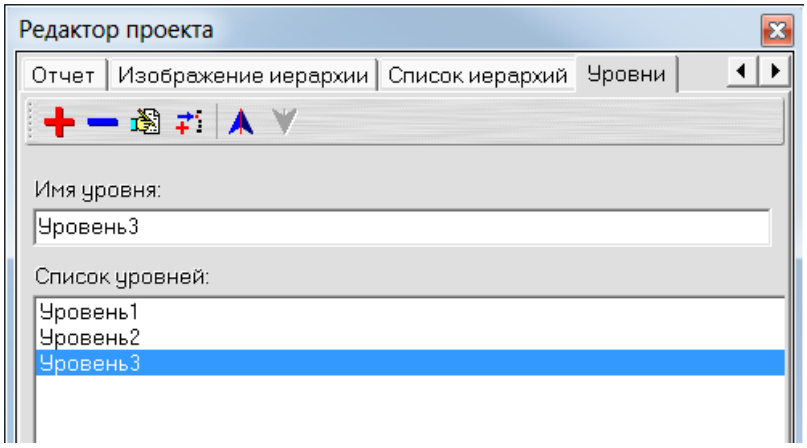



Рис. 13. Окно «Редактор проекта»

6. Нажав на каждом из уровней, измените имя каждого. Уровень1 – Покупка автомобиля, Уровень2 – Критерии, Уровень3 – Марка авто (рис. 14).

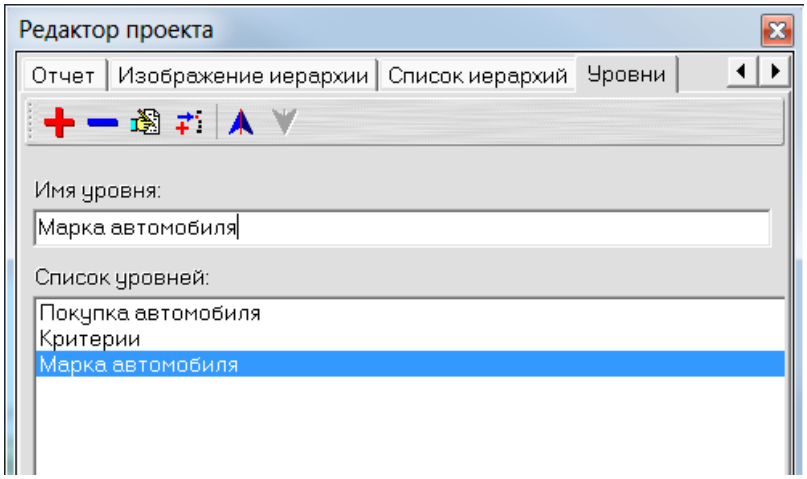



Рис. 14. Окно «Редактор проекта» после внесения изменений

7. Далее вам нужно нажать на *«Покупка автомобиля»*, что находится в списке, дважды щёлкните левой кнопкой мыши.
8. Появится окно *«Редактор уровня»* (рис. 15).

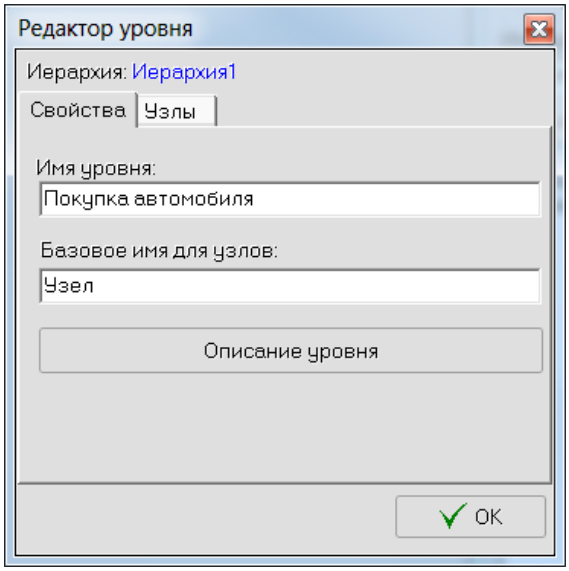



Рис. 15. Окно «Редактор уровня»

9. Вам нужно нажать на вкладке «Узлы», и нажав на красный знак *“+”* Добавить узел и изменить своё имя *«Цель»*.
10. Затем нажмите кнопку *ОК* и сделайте то же самое с уровнями 2 и 3. На втором уровне вам нужно добавить 6 узлов и назвать их критерии, на третьем уровне необходимо добавить по крайней мере 5 узлов и определиться с марками машин, так что бы у каждой машины было по крайней мере 2 критерия.

11. Теперь вам нужно настроить связи между узлами. Для этого, необходимо вызвать *«Редактор уровня»*, используя шаги 7 и 8. Окно *СППР «Выбор»* до установления связей показано на рис. 16:

Рис. 16. Окно СППР «Выбор» до установления связей

12. Для того, чтобы установить отношения между узлами, вам нужно дважды щёлкнуть на имени узла в окне *«Редактор узла»* и выбрать вкладку *«Связи»*.
13. Входящих ссылок в первом уровне не будет. Выберите вкладку *«Выходящие»* и затем, щёлкнув стрелку раскрывающегося списка, выберите критерии.
14. В списке отображаются критерии. Вы должны выбрать все.
15. Так же сделать с уровнем *Критерии*.
16. Окно СППР «Выбор» после установления связей (рис. 17).

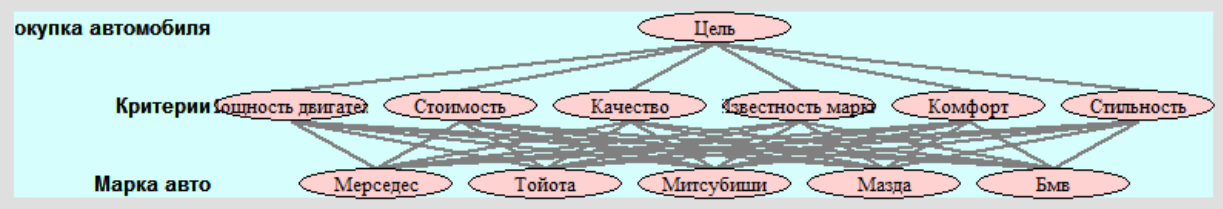



Рис. 17. Окно СППР «Выбор» после установления отношений

Для проверки правильности проделанной работы не обходимо запустить процесс вычисления с помощью команд *«Проект» – «Расчёт»*, если все сделано правильно начнётся процесс расчёта. В противном случае вы должны исправить ошибки. Наигрубейшая ошибка – отсутствие связей между узлами, которые легко исправить путём добавления или замены.

Далее сохраните проект командой *«Файл» – «Сохранить»*.

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Таблица 8

Варианты заданий для лабораторной работы.

| № варианта | Задание |
|---|---|
| 1. | Создание проекта: выбор ПК |
| 2. | Создание проекта: выбор ТВ |
| 3. | Создание проекта: выбор монитора |
| 4. | Создание проекта: выбор микроволновой печи |
| 5. | Создание проекта: выберите автомобиль |

Продолжение табл. 8

| № варианта | Задание |
|---|---|
| 6. | Создание проекта: выбор магнитолы |
| 7. | Создание проекта: выбор принтера |
| 8. | Создание проекта: выбор сканера |
| 9. | Создание проекта: выбор плоттера |
| 10. | Создание проекта: выбор материнской платы |
| 11. | Создание проекта: выбор процессора |
| 12. | Создание проекта: выбор модема |
| 13. | Создание проекта: выбор мобильного телефона |
| 14. | Создание проекта: выбор программного обеспечения ГИС |
| 15. | Создание проекта: выбор винчестера (НЖМД) |
| 16. | Создание проекта: выбор стационарного телефона |
| 17. | Создание проекта: выбор DVD-проигрывателя |
| 18. | Создание проекта: выбор Интернет-провайдера |
| 19. | Создание проекта: выбор видео |
| 20. | Создание проекта: выбор факсимильного аппарата |

*Контрольные вопросы:*

1. Назовите основные возможности СППР «Выбор»;
2. Перечислите основные команды, необходимые для создания нового проекта.
3. Перечислите основные преимущества и недостатки СППР «Выбор».

## 7. Лабораторная работа №5. Работа с СППР «Выбор». Вычисление, представление информации, выводы

*Цель работы:* Познакомиться с основными командами и получить основные навыки при работе с СППР «Выбор».

*Ход работы:*

1. Исследовать основные аспекты интерфейса ***СППР «Выбор».***
2. Ознакомиться с интерфейсом и основными командами для выполнения вычислений в *СППР «Выбор».*
3. Составить отчёт лабораторных работ, включая выводы относительно возможности использования средств анализа данных *СППР «Выбор».*

*Практические задачи*

Провести вычисления и сделать выводы из ранее сделанного проекта выбора машин.

Ход работы

1. Открыть предыдущий проект командой *«Файл» – «Открыть».*
2. С помощью команды *«Проект» – «Расчёт»,* вызвать окно, показанное на рис. 18:

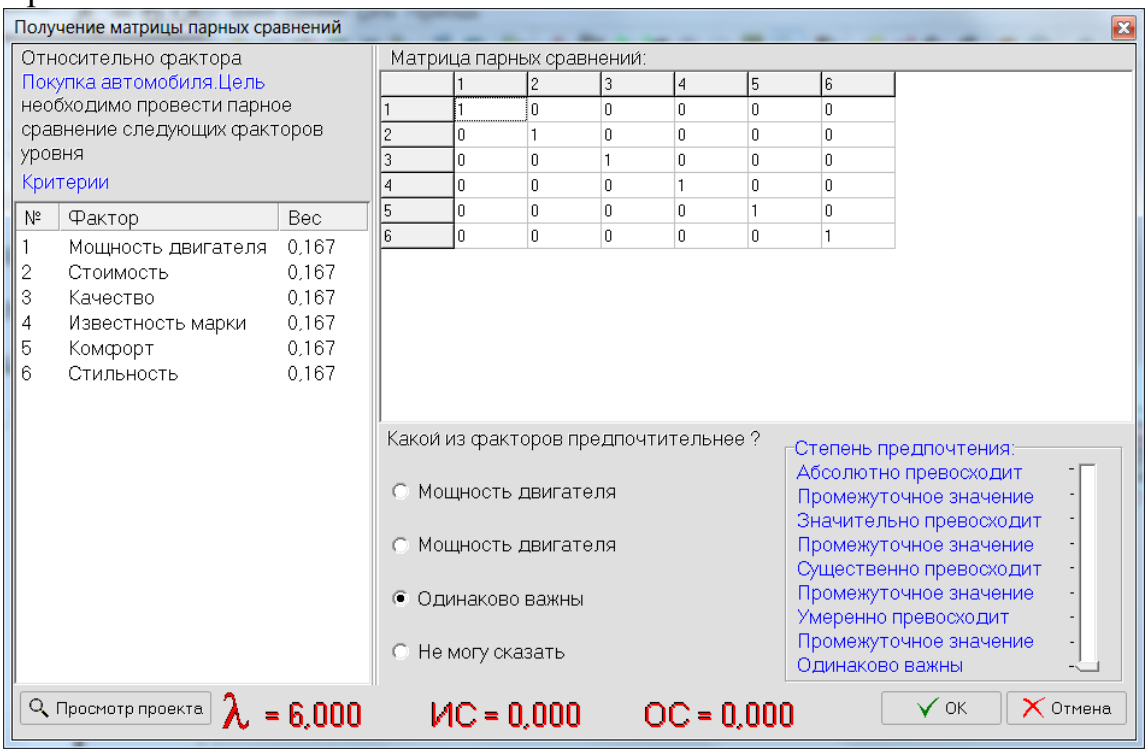



Рис. 18. Окно «Получение матрицы парных сравнений»

3. Это окно представляет что-то вроде тестовой программы, оператором которого является матрица, вам необходимо заполнить значения матрицы. Для этого вам нужно нажать на каждую ячейку в главной диагонали и ответить на вопросы. Когда все поля заполнены, необходимо

нажать кнопку *OK* программа будет обрабатывать информацию и отображает следующее окно (рис. 19).

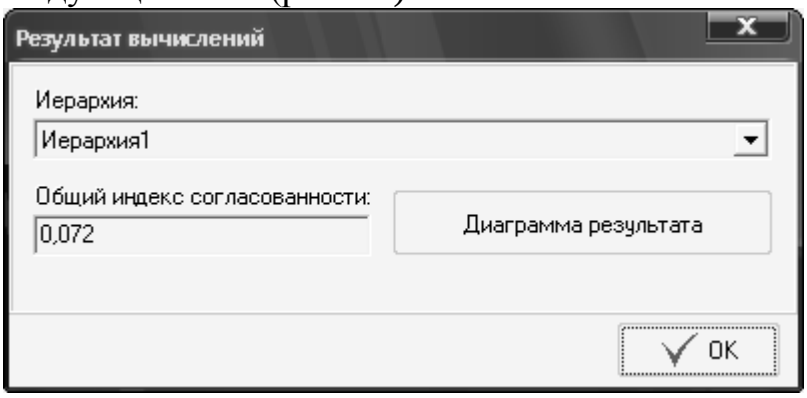



Рис. 19. Окно «Результат вычислений (анализ «Проблема выбора»)»

4. Индекс согласованности матрицы показывает, что данные, которые вы ввели, не противоречат друг другу.

5. Далее отображается диаграмма результатов, нажав на клавишу в окне *«Результат Вычислений»* (рис. 20):

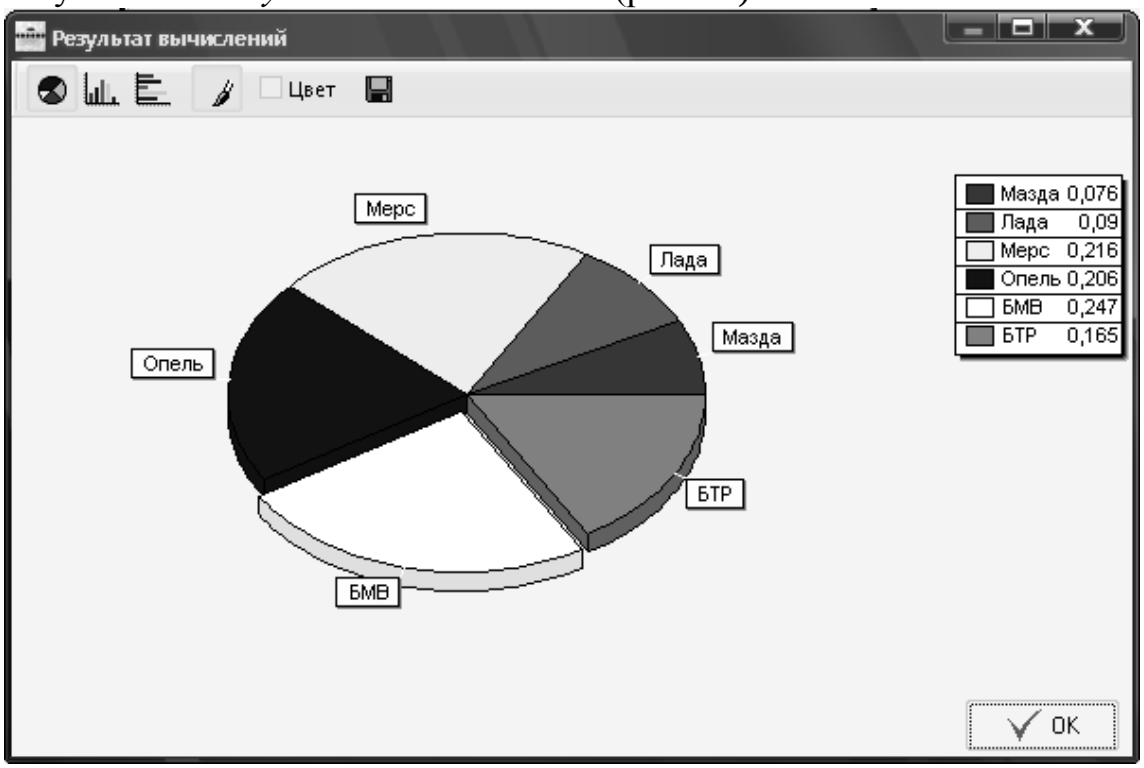



Рис. 20. Окно «Результат Вычислений»

6. В этом окне можно выбрать тип диаграммы, цвет, сохранить.

Сохраните проект. Диаграммы и расчёты будут сохранены вместе с проектом.

*Контрольные вопросы*:

1. Описать принцип работы матрицы парных сравнений.
2. Охарактеризовать «Результат вычислений».
3. Перечислите команды, необходимые для изменения типа диаграммы.
4. Для чего необходим индекс согласованности?

## 8. Лабораторная работа №6. Работа с СППР «Выбор». Создание проекта «Стоимость-эффективность»

*Цель работы:* изучение возможностей проекта «Стоимость-эффективность» в программе «Выбор», как элемент моделирования СППР.

*Ход работы:*

1. Разработка теоретического материала, рекомендаций для работы с программой.
2. Составить отчёт о лабораторной работе, которая включает в себя выводы относительно возможности использования анализа данных *СППР «Выбор»*.

*Постановка задачи по проекту «Стоимость-эффективность».*

Проект «Стоимость-эффективность» - это проект, состоящий из двух иерархий, иерархии выгод и иерархии издержек, которые впоследствии необходимо будет между собой ранжировать.

Рассматривается задача принятия решения на множестве планов или каких-либо проектов. Классический подход основан на оценке каждого проекта с точки зрения издержек (т.е., сколько необходимо сделать инвестиций для реализации рассматриваемого проекта) и с точки зрения доходов, которые можно получить при их реализации. Сравнение альтернативных проектов сводится к сравнению объёмов доходов в расчёте на единицу ресурса (т.е. издержек). Этот метод известен как анализ «стоимость-эффективность». Решение задачи ранжирования проектов A, B, C при традиционном подходе может быть сведено в таблицу 9.

Таблица 9

Классический подход к задаче «Стоимость-эффективность»

| Проект | Издержки | Доходы | Доходы/издержки | Ранжирование |
|---|---|---|---|---|
| A | 500 | 1000 | 2 | 3 |
| B | 250 | 750 | 3 | 1 |
| C | 600 | 1300 | 2,1 | 2 |

При решении этой задачи возникают следующие особенности:

- отношение доходов к издержкам, оцениваемое в стоимостном выражении, по существу не является объективной мерой качества проекта: неясно, как, например, оценивать в деньгах выгоды и издержки неосязаемых остей (т.е. проблема измерения качественных факторов);
- известно также, что доходы и издержки распределяются по многим сферам – социальным, экономическим, политическим, управленческим – и их взаимосвязь влияет на оценку альтернатив.

Применение МАИ позволяет снять эти проблемы. В этом случае требуется построить две иерархии: одну для издержек, другую для выгод с одними и

теми же альтернативами на нижнем уровне. Таким образом, получают два вектора приоритетов – доходов и издержек. Затем вычисляют отношения доходов к издержкам для каждой альтернативы. Наибольшее значение из этих отношений и определяет лучший проект.

В целом решение проблем «Стоимость-эффективность» происходит в следующем порядке:

а) правильная формулировка цели;
б) построение иерархии предпочтений;
в) построение иерархии издержек.

*Пример решения.*

Выберите варианты заданий для лабораторной работы из таблицы 8.

Создайте СППР для выбора инвестиционного проекта следующую информацию:

Количество проектов – 4.

Критерии оценки (позитивное или предпочтения):

1. Надёжность;
2. Быстрая окупаемость;
3. Рентабельность.

Критерии оценки (отрицательное или издержки):

1. Сложность управления;
2. Неблагоприятное окружение;
3. Удалённость.

*Создание проекта*

1 Для создания нового проекта выберите пункт меню *«Файл» – «Новый…» – «Простой проект»*
2 Щёлкните на прямоугольник в центре окна, щёлкните правой кнопкой мыши, вызвав контекстное меню и выберите в нем *«Свойства проекта»*.
3 Выберите вкладку *«Уровни»*.
4 Нажмите на знак «+» 3 раза.
5 Появится список 3-х уровней.
6 Нажав на каждом из уровней, измените имя каждого. Уровень1 – Выбор проекта, Уровень2 – Критерии, Уровень3 – Название проекта (рис. 21).

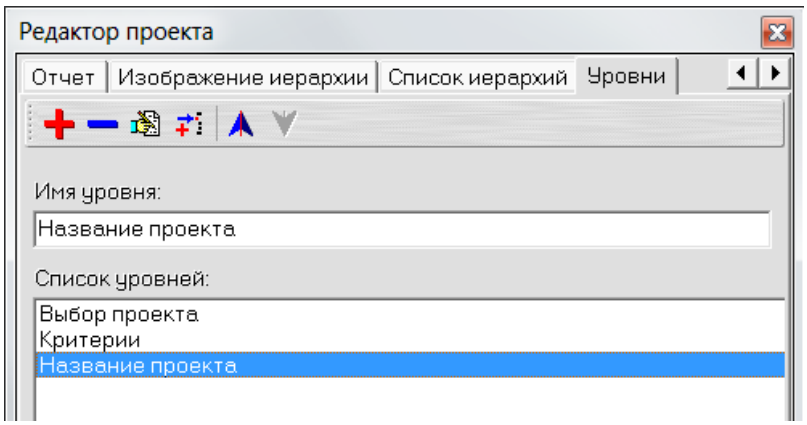



Рис. 21. Окно «Редактор проекта»

7 Появится окно *«Редактор уровня»*.

8 Нажмите на вкладке *«Узлы»*, и нажмите на красный знак *"+"* Добавить узел и изменить своё имя *«Цель»*.

9 Затем нажмите кнопку *ОК* и сделайте то же самое с уровнями 2 и 3. На втором уровне вам нужно добавить 3 узла и назвать их критерии.

10 Теперь вам нужно настроить связи между узлами. Для этого, необходимо вызвать *«Редактор уровня»*, используя шаги 7 и 8.

11 Для того, чтобы установить отношения между узлами, вам нужно дважды щёлкнуть на имени узла в окне *«Редактор узла»* Выбрать вкладку *«Связи»*.

12 Входящих ссылок в первом уровне не будет. Выберите вкладку *«Выходящие»* и затем щёлкнув стрелку раскрывающегося списка, выберите критерии.

13 В списке отображаются критерии. Вы должны выбрать все.

14 Так же сделать с уровнем *Критерии*.

15 Установив необходимые связи, мы выполнили первую часть проекта «Стоимость-эффективность» (рис. 22).

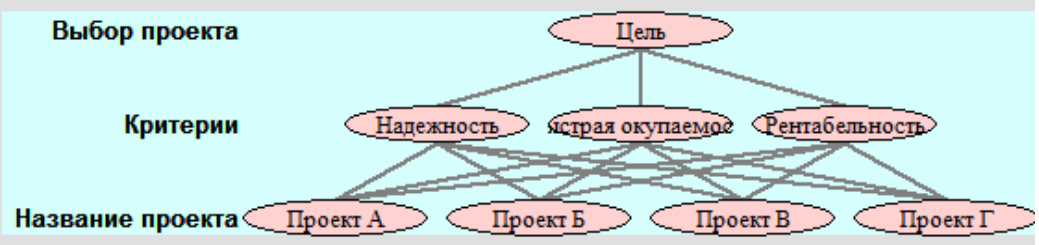



Рис. 22. Схема работы СППР (иерархия предпочтений)

16. Сохраните проект командой *«Файл» – «Сохранить»*. Далее выполните команду «Проект» – «Иерархия» – «Выбрать иерархию» – «Иерархия издержек».

17. Повторите шаги, описанные в пунктах 2-9.

18. Затем нажмите кнопку *ОК* и сделайте то же самое с уровнями 2 и 3. На втором уровне вам нужно добавить 3 узла и назвать их критерии (Сложность управления, Неблагоприятное окружение, Удалённость).

19. Повторите шаги, описанные в пунктах 10-14.
20. Сохраните проект выполнением команды *«Файл» – «Сохранить»*. В результате получим схему показанную на рис. 23:

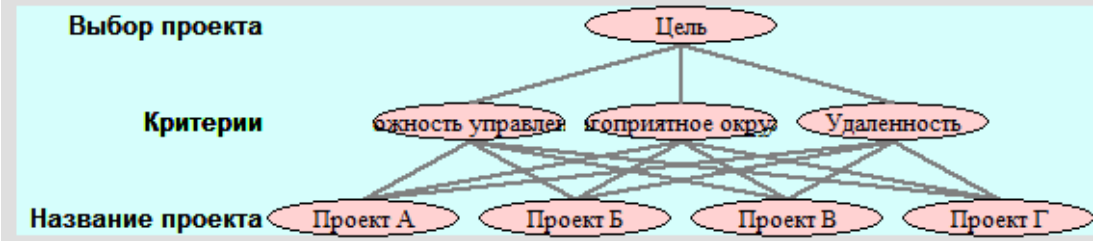



Рис. 23. Схема работы СППР (Иерархия издержек)

Для проверки правильности проделанной работы Вам необходимо выполнить команду *«Проект» – «Расчёт»*, если все сделано правильно начнётся процесс расчёта. В противном случае вам нужно исправить ошибки.

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Таблица 10

Варианты заданий для лабораторной работы.

| № варианта | Задание |
|---|---|
| 1. | Создание проекта: выбор ПК |
| 2. | Создание проекта: выбор ТВ |
| 3. | Создание проекта: выбор монитора |
| 4. | Создание проекта: выбор микроволновой печи |
| 5. | Создание проекта: выберите автомобиль |
| 6. | Создание проекта: выбор магнитолы |
| 7. | Создание проекта: выбор принтера |
| 8. | Создание проекта: выбор сканера |
| 9. | Создание проекта: выбор плоттера |
| 10. | Создание проекта: выбор материнской платы |
| 11. | Создание проекта: выбор процессора |
| 12. | Создание проекта: выбор модема |
| 13. | Создание проекта: выбор мобильного телефона |
| 14. | Создание проекта: выбор программного обеспечения ГИС |
| 15. | Создание проекта: выбор винчестера (НЖМД) |
| 16. | Создание проекта: выбор стационарного телефона |
| 17. | Создание проекта: выбор DVD-проигрывателя |
| 18. | Создание проекта: выбор Интернет-провайдера |
| 19. | Создание проекта: выбор видео |
| 20. | Создание проекта: выбор факсимильного аппарата |

*Контрольные вопросы*:

1. Чем отличаются проекты «Проблема выбора» и «Стоимость-эффективность»?
2. Для чего нужны уровни критериев и уровни альтернатив?
3. Охарактеризуйте структуру иерархии в СППР «Выбор».
4. Преимущества и недостатки СППР «Выбор».

## 9. Лабораторная работа №7. Работа с СППР «Выбор», средства создания проектов «Стоимость-эффективность»

*Цель работы:* изучить возможности проекта «Стоимость-эффективность» в программе «Выбор» как элемент моделирования СППР.

*Ход работы:*

1. Ознакомиться с основными аспектами вычисления в *СППР «Выбор»*.
2. Ознакомиться с интерфейсом и основным команды для вычисления в *СППР «Выбор»*.
3. Составить отчёт о лабораторной работе, которая включает в себя выводы относительно возможности использования средств анализа данных *СППР «Выбор»*.

*Практические задачи.*

Рассчитать и сделать выводы из ранее начатых проектов.

*Ход работы:*

1. Открыть предыдущий команды проекта *«Файл» – «Открыть»*
2. Командой *«Проект» – «Расчёт»*, вызов окна, изображённого на рис. 24:

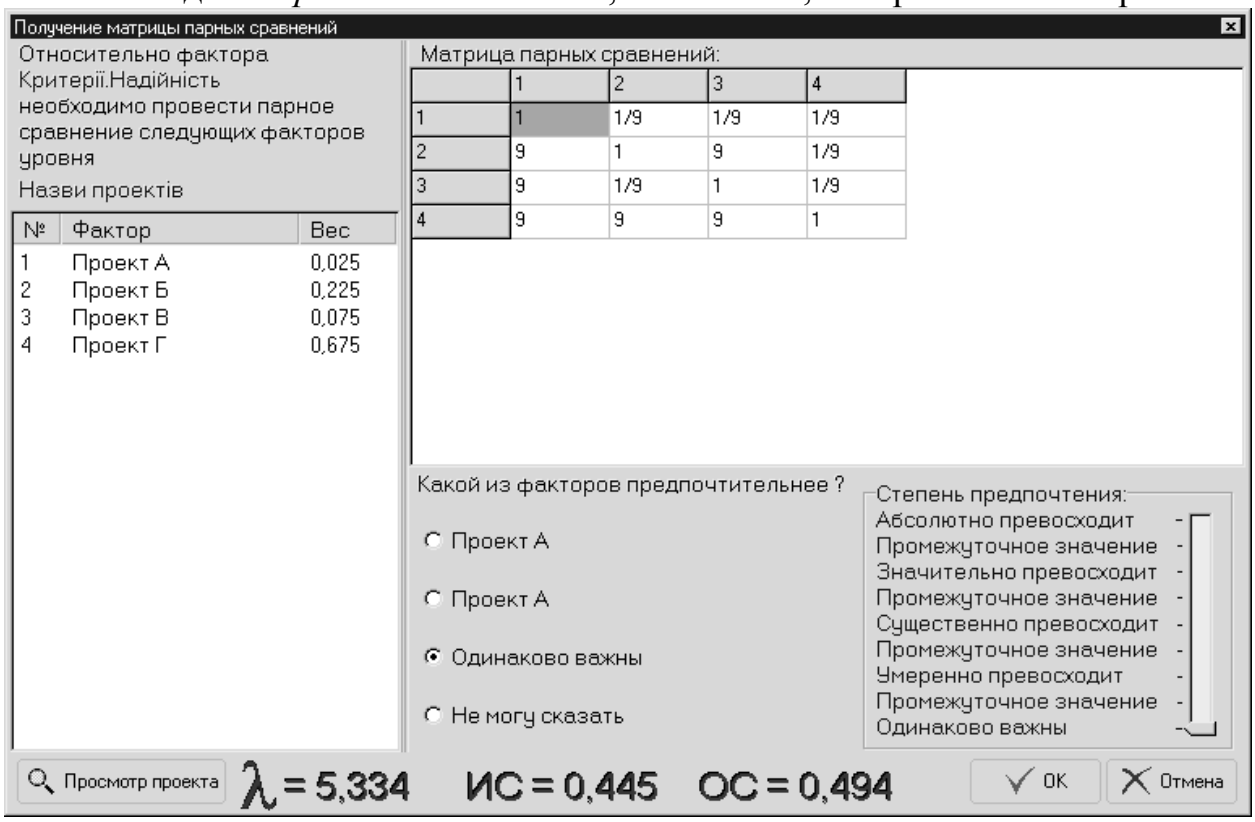



Рис. 24. Окно «Получение матрицы парных сравнений»

3. Это окно представляет что-то вроде тестовой программы, оператором которого является матрица, которую требуется заполнить значениями. Для этого вам нужно нажать на каждую ячейку в главной

диагонали и ответить на вопросы. Когда все поля заполнены, вы должны нажать *ОК,* программа будет обрабатывать информацию и отображает следующее окно (рис. 25):

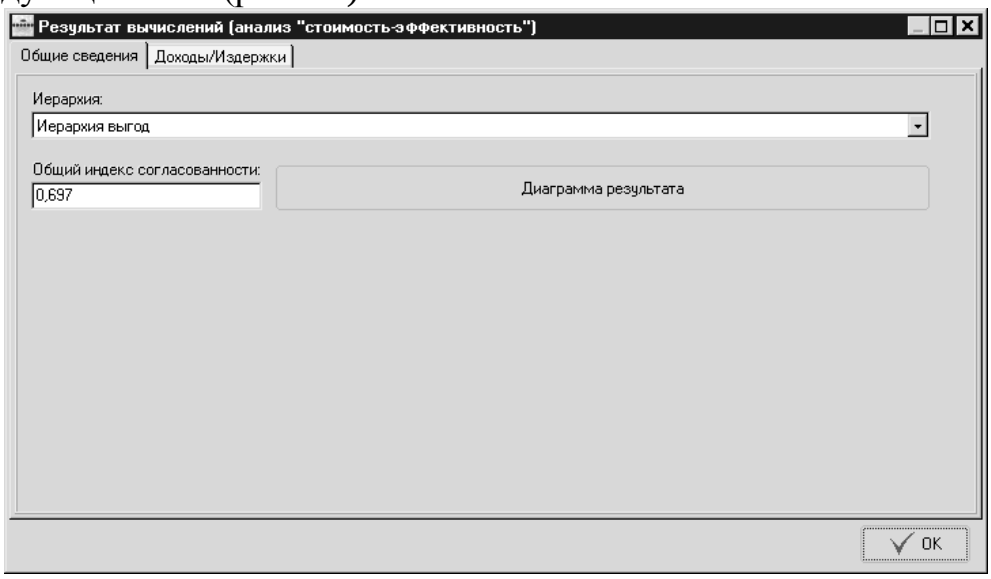



Рис. 25. Окно «Результат вычислений (анализ «стоимость-эффективность»)»

4. Индекс согласованности матрицы показывает, что данные, которые вы ввели, не противоречат друг другу.

5. Далее отображается диаграмма результатов, нажав на клавишу в окне *«Результат Вычислений»*. Будет выведена диаграмма иерархии преимуществ (рис. 26). Для отображения иерархии издержек Вы должны вернуться в окно *«Результат вычислений (анализ «стоимость-эффективность»)»* и в поле *«Иерархия»* выберите параметр *«Иерархия издержек»*.

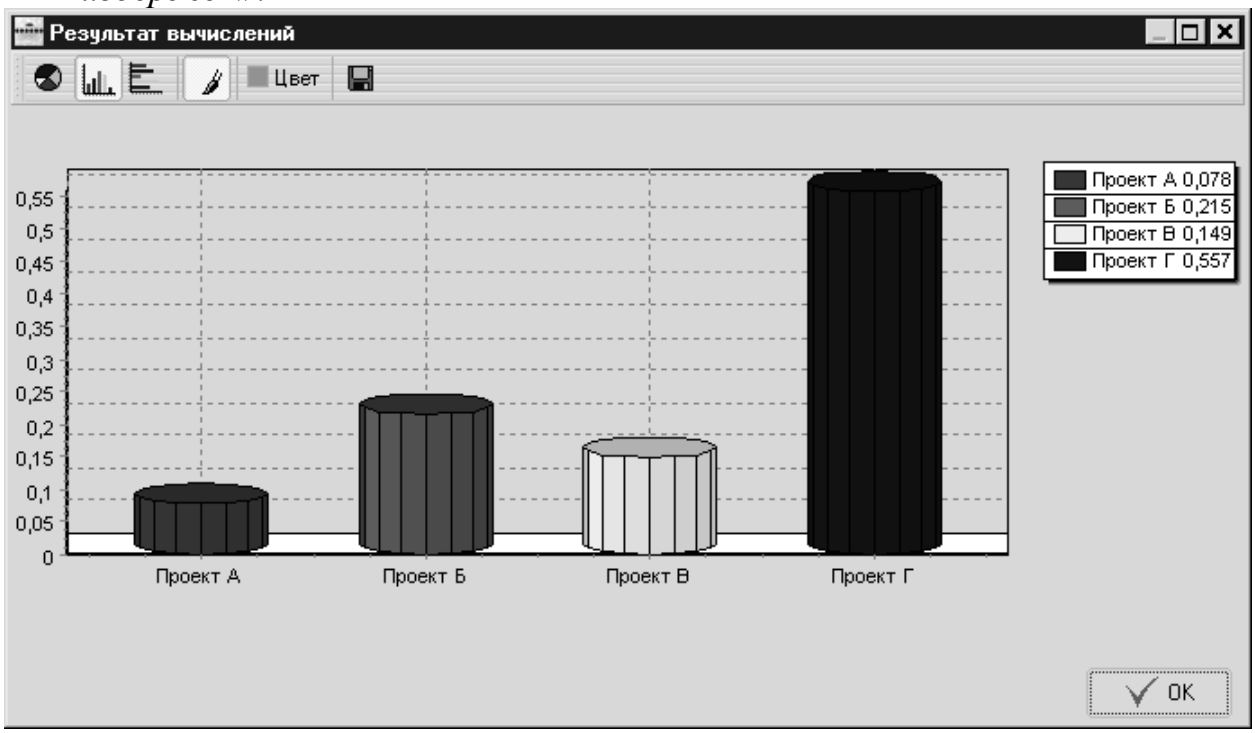



Рис. 26. Окно «Результат вычислений»

6. В этом окне вы можете выбрать тип диаграммы, цвет, сохранить.

Сохраните проект. Диаграмма и вычисления сохраняются вместе с проектом.

Задания для лабораторной работы не обходимо взять из предыдущих работ.

*Контрольные вопросы:*

1. Разница матрица парных сравнений в проектах «Проблема выбора» и «Стоимость-эффективность».
2. Дайте общую характеристику задачи «Стоимость-эффективность».
3. Перечислить классы задач, которые может решить проект «Стоимость-эффективность».
4. Преимущества и недостатки проекта «Стоимость-эффективность».