

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

**Снастин А.А.**

**ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

***УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ***

**Тверь 2001 г.**

# Содержание

- Введение. Общие сведения о теории принятия решений.....
1. Принятие решений методом прямого расчёта по одному критерию (на примере доходности валютных операций - хеджирования).....
  2. Поддержка принятия решений с помощью экспертных систем (ЭС) в экономике
    - 2.1. Понятие и структура типовой ЭС
    - 2.2. Этапы разработки ЭС
    - 2.3. Постановка задачи
    - 2.4. Извлечение знаний из эксперта методом структурированного интервью
    - 2.5. Выбор вида представления знаний, типа экспертной задачи и оболочки для ЭС
    - 2.6. Требования к оформлению базы знаний на языке системы ИНТЕР-ЭКСПЕРТ
    - 2.7. Сеанс консультации с ЭС. Прямой логический вывод
    - 2.8. Сеанс объяснения логических выводов
    - 2.9. Выводы. Задачи, которые можно решать с помощью ЭС
  3. Поддержка принятия решений с помощью декомпозиционных методов теории полезности. Применение СППР «АЛЬТЕРНАТИВА» для принятия решения по выдаче ссуды под инвестиционный проект по многим критериям.
    - 3.1. Постановка задачи
    - 3.2. Расчет исходных показателей по годам
    - 3.3. Расчет аналитических коэффициентов
    - 3.4. Сеанс работы с СППР «АЛЬТЕРНАТИВА»
    - 3.5. Выводы. Области применения методов теории полезности
  4. Принятие решений на основе регрессионных моделей (Пример использования пакета параметрической идентификации систем «ПАРИС»)
    - 4.1. Постановка задачи
    - 4.2. Элементарные понятия из регрессионного анализа. Предпосылки применения методов регрессионного анализа
    - 4.3. Пакет прикладных программ «ПАРИС»
    - 4.4. Результаты работы с ППП «ПАРИС». Области применения регрессионных методов
  5. Методы оценки риска деятельности предприятий.
    - 5.1. Общие методы анализа риска
    - 5.2. Статистический метод анализа риска

Список использованной литературы



## Введение

В последнее время все большее внимание привлекают новые ИТ, основанные на использовании вычислительной техники и математического моделирования. Особое место занимают новые ИТ принятия решений, позволяющие усовершенствовать процесс анализа возможных решений в задачах проектирования сложных систем и планирования их деятельности.

Говоря о возможностях новых ИТ, имеют ввиду повышение качества принимаемых решений за счет применения основанных на использовании ЭВМ методов сбора, передачи, накопления, преобразования, хранения и представления информации. Однако, темпы внедрения новых технологий принятия решений зависят не только от успехов в разработке ЭВМ и системного программирования, но и от уровня развития математического моделирования, включающего в себя методы построения математических моделей объектов разной природы и методы анализа этих моделей.

Принятие решения - это целенаправленная деятельность человека (лица принимающего решение), заключающаяся в выборе одной из имеющихся альтернатив (вариантов решения).

Обоснованность выбора какой-либо альтернативы как наилучшей определяется тем, насколько точно используемая многокритериальная модель оптимизации отвечает характеру решаемой задачи и насколько адекватно реальности отражены в обобщенном критерии оптимальности.

Основными элементами процесса принятия решения является :

- Задача, подлежащая решению.
- Принимающий решение (решающий) элемент - человек или коллективный орган, который при помощи технических средств, математического обеспечения и интуитивных знаний решают задачу.
- Одна или несколько целей, в соответствии с которыми осуществляется выбор.
- Множество альтернатив, среди которых производится выбор.
- Эксперт по узкому вопросу, который даёт советы ЛПР.

Задачи принятия решения различаются в зависимости от требований, предъявляемых к результату решения:

- Упорядочение альтернатив (определение порядка на множестве альтернатив);
- Разделение альтернатив на упорядоченные по качеству группы;
- Выбор лучшей альтернативы.

Альтернативами будем называть варианты принимаемых решений. Для существования самой задачи принятия решения необходимо иметь не менее двух альтернатив.

Независимые альтернативы - это те альтернативы, любые действия с которыми (удаление из списка рассматриваемых, выделение в качестве лучшей и т.д.) не оказывают влияния на качество других альтернатив.

При зависимых альтернативах решение по принятию одних альтернатив влияет на качество других.

Существует три типа зависимости альтернатив:

1. Групповая зависимость (если решено рассматривать хотя бы одну альтернативу из группы, то необходимо рассмотреть и всю группу).
2. Зависимость от альтернатив, исключаемых из рассмотрения.
3. Зависимость от несуществующих ("фантомных") альтернатив.

Альтернативы также могут быть заранее заданными, конструируемыми в процессе принятия решения и появляющимися после выработки правила принятия решения.

Если число альтернатив не велико (от 3 до 7), то опытные специалисты по принятию решения могут даже по нескольким критериям выбрать одну из альтернатив, не прибегая к математическим методам.

Под критерием в теории принятия решения понимают способ описания альтернативных вариантов решений, способ выражения различий между ними с точки зрения предпочтений лица, принимающего решения. Критерии измеряются в шкалах: отношений, порядковых шкалах и графических шкалах.

# 1. Принятие решений методом прямого расчёта по одному критерию

## Хеджирование (страхование) валютного риска

Английская фирма заключает контракт о поставке оборудования немецкой фирме через 6 месяцев (180 дней). Немецкая фирма согласна на платежи как в стерлингах так и в марках. Необходимо подготовить финансовую информацию для принятия решений о валюте платежа, выборе варианта финансирования и покрытия валютного риска. В качестве возможных источников финансирования рассматриваются займ стерлингов на местном рынке, займ немецких марок на еврорынке и финансирование за счет использования долларовых акцептов [1].

Исходные данные:

Курсы валют	L / \$	\$ / DEM	L / DEM
Спот	1.8390 – 1.8400	1.3840 – 1.3850	2.7775 – 2.7825
6 месяцев	560 - 550	120 - 130	610 - 600

Процентные ставки на 6 месяцев (180 дней):

Евродоллары	7 3/4 - 5/8
Долларовые акцепты	7 1/3
Стерлинги на местном рынке	13 1/8 – 13 s
L коммерческие бумаги	13
Евро DEM	9 1/8 – 9

Компания может занимать по межбанковской ставке плюс      процента.

**Валютный курс** определяет соотношение между двумя валютами, с помощью которого происходит обмен одной валюты на другую, то есть - это цена, по которой может быть продана или куплена валюта одной страны, выраженная в валюте другой страны.

**Котировка** - определение курса валюты.

**Полная котировка** - определение курса покупки и курса продажи.

**Прямая котировка** - курс иностранной валюты выражается в национальной

**Маржа** - разница между курсами покупки и продажи.

**Спот - курс** - цена валюты одной страны, выраженная в валюте другой страны и установленная на момент заключения сделки при условии обмена валютами банками контрагентами на второй день после заключения сделки.

**Форвард - курс** - определяет ожидаемую стоимость валюты через определенный период времени и представляет собой цену по которой данная валюта продается или покупается при условии ее поставки на определенную дату в будущем.

**Форвардная маржа** - разница между форвардным курсом и курсом СПОТ. Если форвардный курс больше курса СПОТ, то форвардная маржа называется

**премией.** Если форвардный курс меньше курса СПОТ, то форвардная маржа называется **дисконтом.** Реально форвардные курсы не котируются. Валютные дилеры работают лишь с форвардными маржами (премиями или дисконтами). Причем значения форвардной маржи даются для курса покупки и курса продажи. **Форвардный курс** будет равен курсу спот плюс премия или курсу спот минус дисконт.

### Решение для ситуации :

#### **A ) Оплата в стерлингах**

Возможные варианты финансирования:

1. Выпустить стерлинговые коммерческие бумаги (займ стерлингов на рынке будет дороже).
2. Занять немецкие марки на Еврорынке.
3. Занять доллары через долларовые акцепты.

#### Вариант1

Стоимость займа стерлингов путем выпуска коммерческих бумаг равна 13%, включая комиссию. Для сравнения со стоимостью других вариантов эту величину следует умножить на коэффициент 360/365, что в результате дает

$$13 * 360 / 365 = 12.82\%$$

#### Вариант2

В этом случае необходимо провести следующие операции:

- Занять марки на Еврорынке;
- Осуществить своп с немецкими марками, т.е. продать марки спот с целью получения стерлингов, необходимых для производства, и одновременно купить марки на 6 месяцев;
- Через 6 месяцев на полученные стерлинги купить марки и вернуть долг.

Стоимость займа марок на Еврорынке составит

$$9 + 0.5 = 9.5\%$$

Стоимость свопа будет равна:

$$\frac{0.0610}{2.7775} * \frac{360}{180} * 100 = 4.39\%$$

Стоимость процентного покрытия займа марок за счет стерлингов составит:

$$9.5 * \frac{0.0610}{2.7775} = 0.21\%$$

Общая стоимость финансирования по данному варианту составит:

$$9.5 + 4.39 + 0.21 = 14.1\%$$

### Вариант3

При данном варианте с заимствованными долларами осуществляется операция своп – продажа долларов спот и одновременная их покупка на 6 месяцев, которая будет осуществлена за счет стерлингов, полученных за поставку оборудования. Поскольку стоимость займа долларов в этом случае определяется на основе учетной ставки, равной с учетом банковского спреда 7 1/3%, для сравнения стоимости вариантов ее необходимо привести к эквивалентной ставке процентов по формуле:

$$\text{Эквив.ставка \%} = \frac{\text{Учетная ставка} * 100}{1 - \text{Учетная ставка} * \text{Дни}/360},$$

что в данном случае дает:

$$\frac{0.0733}{1 - 0.0733 * 180 / 360} * 100 = 7.61\%$$

Стоимость свопа основной суммы составит:  $\frac{0.0560}{1.7830} * \frac{360}{180} * 100 = 6.28\%$

Стоимость процентного покрытия долларового займа будет равна:

$$7.61 * \frac{0.0560}{1.7830} = 0.24\%$$

Общая финансовая стоимость данного варианта составит:

$$7.61 + 6.28 + 0.24 = 14.13\%$$

### **Б) Оплата в немецких марках**

Возможные варианты финансирования:

1. Занять немецкие марки на Еврорынке, конвертировать в стерлинги, вернуть займ с процентами за счет марок, получаемых за поставку оборудования.
2. Занять стерлинги путем выпуска коммерческих бумаг, купить стерлинги на 6 месяцев за счет марок, получаемых за поставку оборудования, расплатиться по займу.
3. Занять доллары через долларовые акцепты, конвертировать в стерлинги, купить доллары на 6 месяцев за счет марок, получаемых за поставку оборудования, расплатиться по займу.

### Вариант1

Стоимость займа немецких марок на Еврорынке равна:

$$9 + 0.5 = 9.5\%$$

Такая стоимость операции соответствует займу суммы, дисконтированной с учетом выплаты процентов, т.е. суммы, меньшей, чем будет выплачена по контракту. Если будет занята полная сумма в марках, указанная в контракте, необходимо будет

осуществить форвардное покрытие процентов на эту сумму за счет стерлингов, что приведет к дополнительной стоимости:

Полная стоимость финансирования в этом случае составит:  

$$\frac{0.0610}{2.7165} * 100 = 0.21\%$$

$$9.5 + 0.21 = 9.71\%$$

### Вариант2

Стоимость займа стерлингов через выпуск коммерческих бумаг будет равна:

$$13 * 360 / 365 = 12.82\%$$

Стоимость форвардной покупки стерлингов за марки по курсу 2,7225 составит:

$$\frac{0.06}{2.7225} * \frac{360}{180} * 100 = 4.41\%$$

Поскольку стерлинг по отношению к марке котируется с дисконтом, эта величина характеризует доходность. Общая стоимость финансирования будет равна:

$$-12.82 + 4.41 = -8.41\%$$

### Вариант3

Стоимость займа долларов через долларовые акцепты равна 7.61%. Стоимость форвардной покупки долларов за марки по курсу 1.3980 составит:

$$\frac{0.0130}{1.3980} * \frac{360}{180} * 100 = 1.86\%$$

Общая стоимость финансирования будет равна:

$$7.61 + 1.86 = 9.47\%$$

Результаты решения сведены в следующую таблицу:

	Вариант1	Вариант2	Вариант3
А) Оплата в стерлингах	12.82%	14.1%	14.13%
Б) Оплата в немецких марках	9.71%	-8.41%	9.47%

Таким образом на основе этой информации для принятия решения необходимо выбрать платеж в немецких марках. Фирма должна занять доллары через долларовые акцепты; конвертировать в стерлинги; купить доллары на 6 месяцев за счет марок, получаемых за поставку оборудования; расплатиться по займу.

## 2. Поддержка принятия решений с помощью экспертных систем в экономике

### 2.1. Понятие и структура типовой ЭС

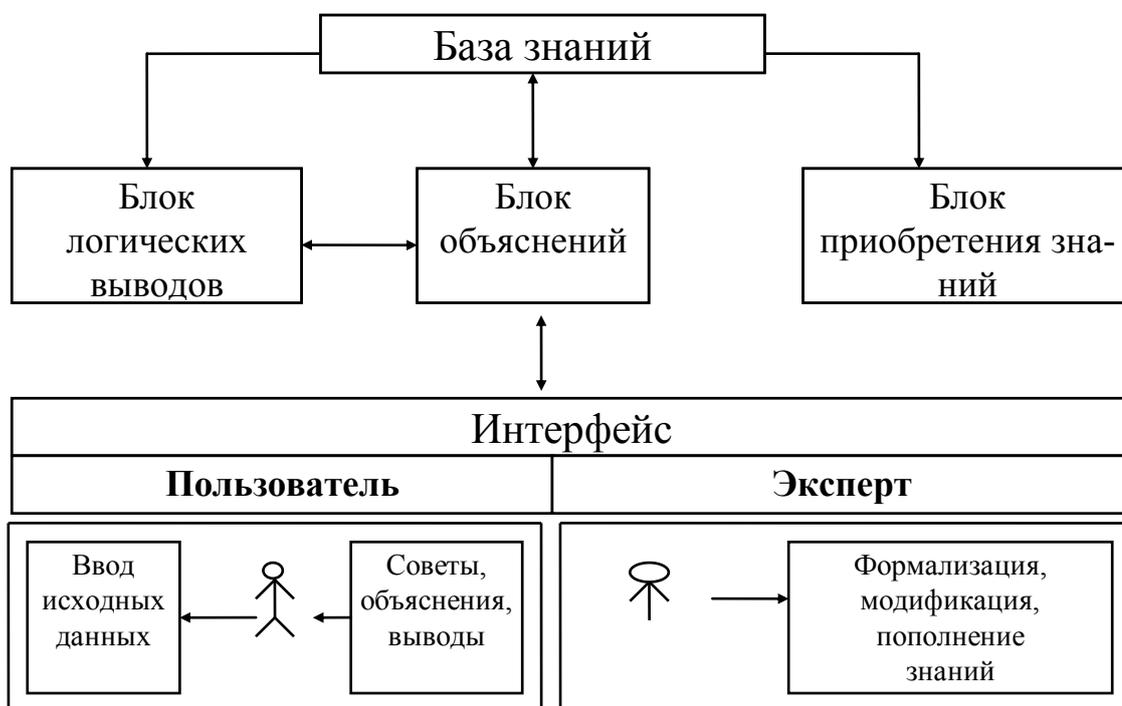
Потребность отражения (или воспроизведение) человеческих знаний в памяти компьютера породила, а затем и стимулировала быстрое развитие нового направления в информатике - инженерии знаний. Предметом этого направления служит соотношение человеческого знания и его формализованного отображения в ЭВМ. Адекватное отображение знаний специалистов является центральной проблемой создания интеллектуальных информационных систем вообще и экспертных систем в частности.

ЭС - это программные комплексы, аккумулирующие опыт специалистов в некоторой предметной области с целью его тиражирования для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Разработка ЭС, их особенности, преимущества, достижения, принципы работы и перспективы - одно из самых популярных направлений современного программирования.

С 80-х годов весь компьютерный мир переживает настоящий бум ЭС. Пользователи ЭВМ, не являющиеся профессиональными программистами (медики, химики, юристы, военные, специалисты по электронике, управляющие, экономисты и многие другие), увидели в ЭС реализацию мечты о том, чтобы сделать компьютер реальным помощником в своей повседневной деятельности, не прибегая для этого к изучению языков программирования, а довольствуясь обладанием лишь элементарными навыками работы с ЭВМ. В настоящее время разработаны сотни «компетентных» ЭС, используемых во всех перечисленных выше областях.

Структура типовой экспертной системы представлена на рис. 1.





**База знаний** с помощью тех или иных моделей отражает знания эксперта о предметной области, способы анализа поступающих фактов и методы вывода, то есть порождения новых знаний на основании имеющихся и вновь поступивших.

**Блок логических выводов** должен быть приспособлен к работе с ненадежными данными, что приближает экспертные системы к реальной действительности. Для этого разработаны нечеткая логика, коэффициенты уверенности, меры доверия и т.д.

**Блок объяснений** также играет важную роль: система должна уметь объяснить, как она пришла к тому или иному выводу. В экспертных системах, основанных на правилах, объяснения получают обычным путем прослеживания еще раз тех шагов, которые привели к данному выводу.

## 2.2. Этапы разработки ЭС

В ходе работ по созданию ЭС сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов:

Постановка задачи (словесная).

Определение типа задачи, типа представления знаний (правила продукции), выбор оболочки экспертной системы.

Извлечение знаний из эксперта (методом структурированного интервью) и формальная запись в виде правил продукции на языке оболочки.

Разработка макета (прототипа) экспертной системы.

Тестирование прототипа.

Разработка промышленной экспертной системы и ее внедрение.

## 2.3. Постановка задачи

Книгоиздательская корпорация имеет торговый штат, который обслуживает двенадцать географических областей. Для каждой области имеется коммерческий директор, который руководит работой агентов по продаже. Каждый агент обслуживает определенную территорию в пределах данной области.

Ассортимент книг.

товары повышенного спроса :

компьютеры, романы, научная фантастика;

справочники, биографии, психология, спорт.

В конце каждого года коммерческий директор должен решить вопрос о квартальных торговых нормах сбыта для каждого агента области.

На квоту влияют следующие факторы:

Характеристики ассортимента.

Сезонные тенденции.  
Демографическая ситуация.  
Ожидаемое число новых наименований.  
Опыт работы продавца.  
Расходы на местную и централизованную рекламу.  
Уровень безработицы в районе.  
Состояние экономики в районе.

#### **2.4. Извлечение знаний из эксперта методом структурированного интервью**

Под интервью понимается специфическая форма общения инженера по знаниям и эксперта, в которой инженер по знаниям задает эксперту серию заранее подготовленных вопросов с целью извлечения знаний о предметной области.

Центральным звеном в методе структурированного интервью является вопрос, который выступает не просто как средство общения, но и как способ передачи мыслей и позиций аналитика (инженера по знаниям). Вопрос представляет собой форму движения мысли, в нем ярко выражен момент перехода от неполного неточного знания к более полному и более точному. Отсюда необходимость в протоколах интервью фиксировать не только ответы, но и вопросы, предварительно тщательно обрабатывая их форму и содержание. Очевидно, что любой вопрос имеет смысл только в контексте. Поэтому вопросы может готовить инженер по знаниям, уже овладевший ключевым набором знаний.

#### **Принцип формирования протоколов интервью**

Форма представления информации должна быть как можно более наглядной.

Следует максимально упростить техническую работу эксперта так, чтобы ему требовалось лишь подтвердить или опровергнуть некоторые утверждения, либо выбирать факты из заранее сформированного набора.

3. Интервью проводится в два этапа:

I. Предварительно выявляются базовые понятия, которыми оперирует эксперт, множество их значений, взаимосвязи и отношения. Тем самым облегчается второй этап.

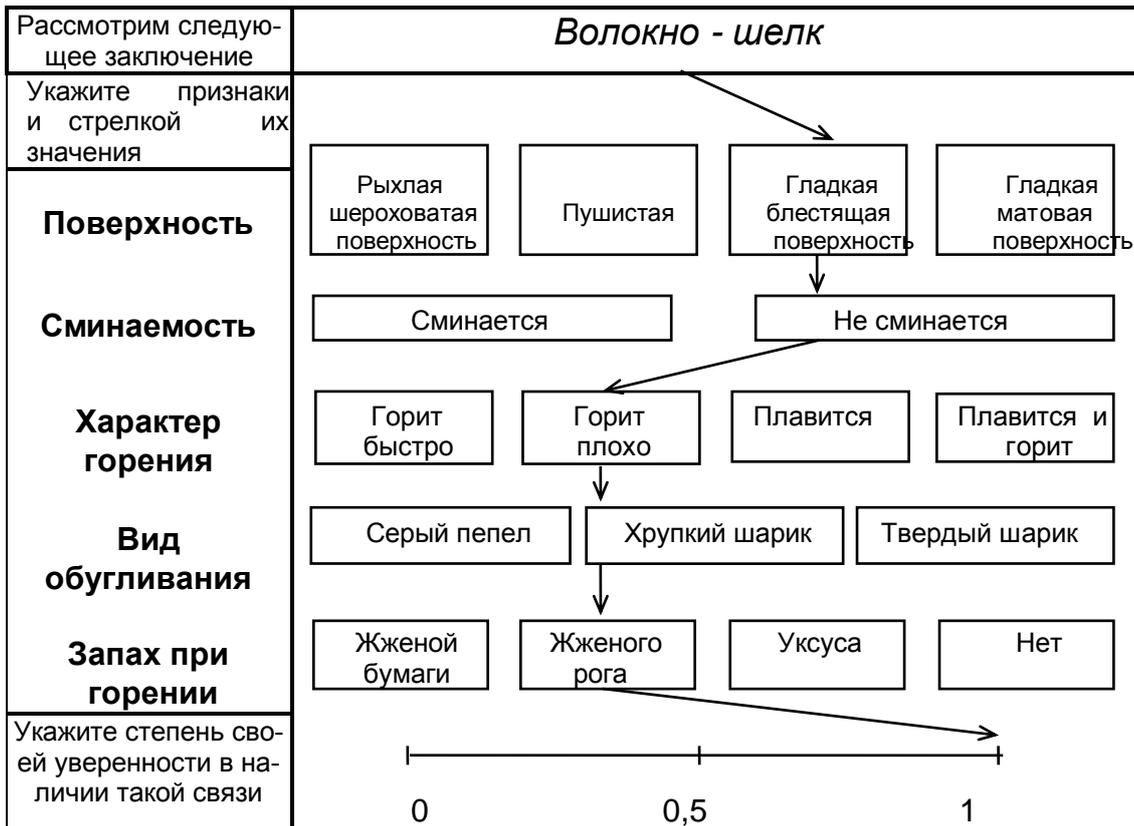
II. Непосредственное извлечение знаний.

4. Все вопросы и указания должны быть ясны эксперту. Для этой цели они уточняются на предварительном этапе и разъясняются в инструкции.

5. Протокол интервью состоит из двух частей: постоянной, находящейся перед экспертом на протяжении всей работы, и рабочей (переменной) - сменяемых

таблиц, где фиксируются сообщаемые экспертом сведения.

## Протокол интервью



## 2.5. Выбор вида представления знаний, типа экспертной задачи и оболочки для ЭС

### Выбор вида представления знаний.

Наиболее определенными и широко используемыми в современных экспертных системах являются следующие виды знаний:

- глубинные и поверхностные;
- качественные и количественные;
- приближенные (неопределенные) и точные (определенные);
- конкретные и общие;
- описательные и предписывающие .

Эти виды знаний, в зависимости от специфики предметной области и квалификации проектировщика (инженера по знаниям), с той или иной степенью адекватности могут быть представлены с помощью одной или нескольких

семантических сетей. К наиболее распространенным моделям относятся: продукционные, фреймовые и семантические сети.

**Продукционные модели** представляют знания в форме предикатов первого порядка, а правила манипулирования ими - с помощью конструкций "Если - то". База правил состоит из множества фраз типа :

*ЕСЛИ* рентабельность снизилась *И* прибыль увеличилась  
*ТО* себестоимость продукции увеличилась

**Фреймовое представление** знаний отражает систематизированную в виде единой теории психологическую модель памяти человека. Основным элементом модели - фрейм отражает структуру данных для описания концептуальных (понятийных) объектов. Информация, относящаяся к одному фрейму, содержится в слотах. Все фреймы взаимосвязаны и образуют единую систему, в которой объединены факты (описательные знания) и правила манипулирования ими.

**Семантическая сеть** наиболее удобная и понятная экспертам модель представления знаний. Базовыми элементами семантических сетей должны быть элементы двух типов. Первый из них соответствует объектам, их признакам и значениям и будет изображаться в виде прямоугольников, а второй - отношениям. Для представления отношений применяются поименованные направленные стрелки и овалы. Таким образом, семантическая сеть - это направленный граф.

Для решения поставленной задачи выберем вид представления знаний: правила продукции. Их вполне достаточно для адекватного описания данной задачи, они обеспечивают простоту программирования, а также при необходимости продукционные модели могут оперировать фреймами.

### **Выбор типа экспертной задачи.**

Различают следующие типы экспертных задач:

1. Задача распознавания. ( к ней относится Advisfal )
  - 1.1. Альтернативные задачи.
  - 1.2. Синтетические задачи.
2. Задачи выбора.
  - 2.1. Альтернативные задачи.
  - 2.2. Синтетические задачи.
3. Задачи типа управления и планирования.
4. Задачи составного типа.

#### **1.1. Альтернативная задача распознавания.**

Задача в которой необходимо найти наименование или класс неизвестного объекта, основываясь на его наблюдаемых признаках (атрибутах).

Обязательные условия решения задач данного типа:

1. Наблюдается изолированный объект.
2. Множество возможных результатов задачи (наименований, классов) является конечным и заранее известным.

Пример: классифицировать найденное растение, определить неисправность прибора.

#### **1.2. Синтетическая задача распознавания.**

Имеется один неизвестный объект или несколько таких объектов одновременно. Необходимо найти наименование или классы всех присутствующих объектов анализируя наблюдаемые признаки.

Отличие данной задачи от альтернативной состоит в том, что в ней необходимо выделить объект из класса, здесь же нужно выделить вообще класс или объект из класса. Характерно, что признаки всех имеющихся объектов перемешаны и влияют друг на друга. Множество возможных наименований должны быть известны как и в альтернативной.

Пример: Задача медицинской диагностики, где ситуация наличия нескольких заболеваний одновременно является обычной.

Если при решении задачи легко отделить один неизвестный объект от другого и распознать отдельно, то это задача альтернативная.

### **2.1. Альтернативная задача выбора.**

Альтернативной задачей выбора называется ситуация, в которой требуется из некоторого заданного множества объектов выбрать один объект, который соответствует поставленным целям и требованиям. Возможно, что ни один из имеющихся объектов не удовлетворяет требованиям. Тогда приходится пересматривать требования или искать наиболее приемлемый вариант с учетом различной важности требований.

Пример: выбор компьютера (рассматривая его характеристики, выбираем наиболее приемлемый вариант).

### **2.2. Синтетическая задача выбора.**

Синтетической задачей выбора называется ситуация, в которой необходимо выбирать объект из некоторого заданного множества на основе поставленных требований целей или пожеланий.

Особенностью является то, что если требованиям не удовлетворяет ни один объект, то можно подобрать несколько объектов, совокупное использование которых позволит достигнуть поставленных целей.

Примеры: Назначение нескольких лекарств пациенту, если нет одного высокоэффективного лекарства.

### **3. Задача управления и планирования.**

В этих задачах необходимо найти последовательность действий, которую должен выполнить некоторый исполнительный орган для того, чтобы достичь поставленных целей с учетом складывающихся внешних условий.

В задачах управления заранее известен алгоритм решения, то есть с чего начинать, как поступать далее при тех или иных условиях. ЭС решающая такую задачу должна сообщать исполнителю какое действие предпринять и ждать информацию о результатах выполнения и о складывающихся условиях для выработки дальнейших рекомендаций.

Задача планирования отличается тем, что алгоритм заранее неизвестен и требуемая последовательность должна быть построена экспертной системой из отдельных действий множество которых задано заранее.

### **4. Задача составного типа.**

Составной задачей является задача ход решения которой распадается на ряд более простых задач называемых подзадачами.

Подзадача может иметь любой из перечисленных типов в том числе и составной. Для решения составной задачи необходимо уметь решать каждую из подзадач.

Рассматриваемая задача относится к типу “задача управления”, так как нам заранее известен алгоритм ее решения. ЭС выдает рекомендации основываясь на определенных факторах (учитывает складывающуюся ситуацию).

### Выбор оболочки для ЭС.

Оболочки ЭС предназначены для специалистов, не имеющих опыта в программировании, но желающих разрабатывать собственные базы знаний и затем использовать их в процессе принятия решений. Известными оболочками ЭС являются: I-st Class, GURU, Level 5 Object, Leonardo 2. Большинство из них поддерживает интерфейс с другими программными системами (электронные таблицы, БД, редакторы). В качестве средства поддержки процесса проектирования используется гипертекстовая технология.

Для решения поставленной задачи будем использовать интегрированную среду ИнтерЭксперт. Данная система поддерживает выбранный выше вид представления знаний (правила продукции), имеет гибкий пользовательский интерфейс, более доступна чем другие оболочки ЭС. В системе ИнтерЭксперт используются факторы уверенности. Это дает возможность находить наилучшее решение путем взвешивания всех возможных вариантов и выбора наилучшего из них. В тоже время ИнтерЭксперт имеет два недостатка: требует много места в оперативной памяти; функциональные возможности каждой отдельной компоненты интегрированной системы уступают возможностям лучших образцов соответствующих самостоятельных пакетов. Тем не менее, для того чтобы создать ЭС по определению новых квот сбыта книг, функций данной интегрированной среды достаточно.

### Сравнительные характеристики инструментальных средств создания ЭС

	Prolog	Expert Ease	Совет микро	Интер Эксперт	ART	КЕЕ
1. Тип средства	язык	оболочка	оболочка	среда программирования	среда программирования	среда программирования
2. Представление знаний:						
- правила	+	+	+	+	+	+
- фреймы	-	-	+	-	+	+
- семантические сети	-	-	-	-	+	+
- факторы уверенности	-	-	+	+	-	-
3. Характеристики механизма вывода						
- прямой	-	в порядке	+	+	+	+

- обратный	+	написания правил	+	+	+	+
- смешанный	-		-	+	+	+
4. Пользовательский интерфейс	-	+	+	+	+	+
5. Возможность связи с др. ПС	-	-	-	+	+	+
6. Цена \$	500	2000	1170	2550	75000	45000

## **2.6. Требования к оформлению базы знаний на языке системы ИНТЕР-ЭКСПЕРТ**

Внедрение ПЭВМ в различные области деятельности человека, в первую очередь в область автоматизации учрежденческих работ, привело к созданию интегрированных прикладных систем, где объединены различные часто используемые пакеты (текстовая обработка, обработка баз данных, графика и т.п.).

Первой интегрированной системой считается LOTUS, в ее состав входили три компонента :

- \* пакет для работы с электронными таблицами;
- \* база данных;
- \* графика.

В настоящее время считается, что хорошая интегрированная система должна включать следующую "большую пятерку" :

- \* процессор электронных таблиц;
- \* базу данных;
- \* пакет текстовой обработки;
- \* пакет графического отображения данных;
- \* коммуникационный пакет.

Интегрированная система Интерэксперт, разработанная американской фирмой MDBS под именем GURU 3.0 включает все вышперечисленные компоненты. Кроме того, в состав Интерэксперт ( ИНЕК ) входит экспертная система, использующая базу знаний и связанная со всеми остальными компонентами ИНЕК.

Отметим, что система ИНЕК обладает следующими двумя недостатками :

- \* требует много места в оперативной памяти;
- \* функциональные возможности каждой отдельной компоненты интегрированной системы, как правило, уступают возможностям лучших образцов соответствующих самостоятельных пакетов.

Для того, чтобы работать с системой ИНЕК, необходимо после загрузки операционной системы набрать команды:

```
> CD\INEX
> INEX
```

после этого диалог с системой будет происходить в режиме меню.

Для работы с системой в командном режиме следует набрать команды:

> CD\INEX  
> INEX -g

Отметим, что из режима меню в режим команд можно перейти, выбирая опции "ВНЕШНЯЯ СРЕДИ" и "ВЫЙТИ В КОМАНДНЫЙ РЕЖИМ".

### **Разработка экспертных прикладных систем с помощью системы Интерэксперт.**

Знания, хранимые в экспертной системе, представляются в форме правил, состоящих из посылки (IF) и заключения (THEN). Левая часть правила (условие) есть некоторая модель ситуации, а правила (заключение, действие) - набор операций, которые необходимо произвести, если данные входных параметров совпадают с условием, то есть если возникла ситуация, описанная в левой части. Посылка правила может включать следующие элементы:

- рабочие переменные с одним значений;
- многозначные нечеткие переменные для предоставления недостоверных знаний;
- статистические переменные;
- ячейки электронных ведомостей;
  - поля базы данных;
  - операторы отношения;
  - операторы булевой логики (AND, OR, XOR, NOT);
  - числовые операторы (+, -, \*, \*\*);
  - числовые функции (SIN, LOG, SORT и др.);
  - различные операции над текстовыми строками;
  - элементы массивов (одномерные и двумерные) ;
  - символы.

В заключение правила могут быть включены любые команды системы ИНЕК. Действия правила могут быть либо присвоением значения переменной, либо последовательностью команд, разделенных между собой точкой с запятой, либо командами ввода и вывода INPUT и OUTPUT.

Кроме традиционных команд LET, INPUT, OUTPUT действия правила могут включать следующие последовательности команд системы:

- присвоение новых значений переменным, массивам, полям и т. д.;
- хранение записей в базе данных;
- консультация с другим набором правил;
- присвоение новых определений ячейкам электронных ведомостей;
- взаимодействие с пользователем посредством многоцветных форм, соответствующих требованиям заказчика;
- генерация любого вида деловой графики по данным, содержащимся в переменных массивов или электронных ведомостей;
- проведение выборочного статистического анализа на основе содержимого таблиц базы данных;
- генерация отчетов в соответствии с разнообразными шаблонами;
- выполнение операций пересылки символов, строк, пакетов или файлов удаленной ЭВМ. Кроме имени, посылки и заключения, каждое правило может иметь и другие характеристики: приоритет, стоимость, комментарий, список подготовленных действий, список переменных, необходимых для оценки посылки прави-

ла, список переменных изменений, причину и стратегию тестирования для оценки правила- При определении правила ряд этих характеристик может игнорироваться.

PRIOTITY - это целое число от 1 до 100, указывающее на приоритет правила.

COST - это целое число от 1 до 100, указывающее на значимость действия правила.

COMMENT - это текст в 255 символов, который будет показан разработчику во время консультации с экспертной системой (при использовании команд NOW и WHY).

READY - список действий, которые будут выполнены системой при рассмотрении данного правила прежде, чем будет рассмотрено условие этого правила.

NEEDS - список переменных, которые необходимы для оценки посылки данного правила.

CHANGES - список переменных, которые могут быть изменены определенным правилом и которые необходимо проверить с целью проведения обратной аргументации.

REASON - это текст, который объясняет правило для последующего изучения хода процесса аргументации с помощью команды WHY.

TRY - код, указывающий стратегию тестирования посылки правила. Имеется три возможных варианта: точный, допустимый, эталонный.

Группа правил образует базу знаний системы ИНЕК. Обработка знаний системы производится механизмом логических умозаключений - программным обеспечением системы, которое на основе взаимодействия с базой знаний позволяет получить новые, не содержащиеся явно в базе знаний данные. Для этого механизм логических умозаключений должен воспроизводить процесс мышления человека при принятии решений, то есть использовать определенную стратегию управления. В системе ИНЕК стратегия выбора правила осуществляется с помощью так называемых прямых и обратных методов аргументации, при этом указанные методы могут использоваться как автономно, так и совместно.

Метод прямой аргументации заключается в том, что после ввода задачи, которую нужно решить, система начинает просмотр набора правил в базе знаний. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет найдено правило, условие которого IF совпадает с формулировкой THEN, хранящийся в базе знаний. Диалогично находятся все компоненты решения или формируется ответ, что решение не может быть получено.

При использовании метода обратной аргументации процесс рассуждений идет от гипотетического решения. Механизм логических умозаключений начинает просмотр набора правил в базе знаний и выбирает те правила, которые по выводу подходят к искомому решению. Затем эти выводы проверяются на каждом из имеющихся в базе знаний условий. В случае их совпадения задача оказывается решенной.

Возможно использование комбинации методов прямой и обратной аргументации. Система сама в автоматическом режиме выбирает процедуру решения. Это позволяет адаптировать систему к решению самых разнообразных задач.

### **Некоторые сведения о переменных.**

Данные системы, значения которых могут меняться к процессу работы, являются переменными системы ИНЕК. Все переменные должны иметь имена. Основные требования к наименованию переменных:

- имя переменной должно начинаться с буквы, за которой могут следовать либо буквы, либо цифры
- длина имени может превышать восемь символов, но ИНЕК будет воспринимать только восемь символов, поэтому они должны быть уникальны " в имени переменной не должно быть знаков пунктуации
- имена переменных должны отличаться от зарезервированных слов системы ИНЕК.

Существует пять типов переменных: символов (STR) - переменные, состоящие из буквенных или числовых символов, с обеих сторон взятых в кавычки: "ЛГОЛІOd3ЛіkKK0".

- числовые (NUM) - переменные, состоящие из целых или десятичных чисел, содержащих десятичную точку: 63.92
- логические (LOGIC) - переменные, значения которых может быть либо TRUE (Y - истинное), либо FALSE (N - ложное)
- целочисленные (INT - переменные, имеющие значения в виде целых чисел
- неизвестные - переменные с неизвестным значением.

Кроме того могут быть использованы переменные среды и "утилитные" переменные. Первыми двумя символами в имени переменной, определяющей среду, являются "E", поэтому при работе с системой не следует в качестве имени файла использовать E.

### Создание набора правил.

Набор правил создается командами BUILD или TEXT и хранится в файле под выбранным именем набора правил с расширением „RSS. Во время консультации с экспертной системой используется компилированная версия .RSC набора правил.

Команда BUILD имеет следующий синтаксис:

BUILD <имя правила>

С помощью этой команды можно создавать новый набор правил, проверять существующий и редактировать его содержимое. Все изменения, вносимые в набор правил, являются временными до тех пор, пока они не будут записаны через выбор СОХРАНЕНИЕ.

После ввода команды на экране появится основное меню АДМИНИСТРАТОРА НАБОРА ПРАВИЛ - управляемый меню редактор системы разработанный специально для набора и редактирования набора правил системы. Это меню состоит из семи операций:

- \* определение
- \* инициализация
- \* правила
- \* переменные
- \* завершение
- \* печать
- \* выход

При создании набора правил в виде текстового файла с помощью TEXT необходимо следовать определенному синтаксису: разделы правил и переменных могут следовать в любой последовательности, однако в одном типе разделов не должны появляться другие типы разделов;

текст набора правил может включать символы верхнего и нижнего регистров - различия регистров могут иметь значение лишь в строке констант;  
в любое место в тексте можно ввести комментарии, заключив их в (\*..\*);  
на работу экспертной системы влияют только предложения цели и правила;  
после каждого имени раздела и каждого имени предложения должно следовать двоеточие.

### Предложение цели правил (GOAL)

Прежде всего в наборе правил должна быть задана цель - переменная, значение которой экспертная система будет определять во время консультации. Предложение цели начинается с GOAL:, после чего следует имя переменной цели, в нашем случае целью является ADVICE :

GOAL: ADVICE

### Предложение инициализации (INITIAL)

Предложение инициализации начинается со слова INITIAL: и включает в себя один или несколько операторов системы ИНЭК. Ее синтаксис следующий:

INITIAL:  
оператор;  
оператор;

где оператором может быть любая команда системы.

При обращении к программе эти операторы будут последовательно выполняться системой, и только после их выполнения начнется обработка набора правил. Поэтому разработчик экспертной системы может поместить в этот раздел любые начальные условия, которые в последующем будут необходимы пользователю для консультации с экспертной системой.

В качестве начальных условий, помещаемых разработчиком экспертной системы в этот раздел, вводятся следующие:

- 1) значения переменных среды консультации. Если эти переменные не вводятся, система использует значения переменных среды, заданные по умолчанию. Например :

```
e-forg = "w"  
e.bacg = "u"  
e. list, = 80
```

- 2) команды объявления существования и типа рабочих переменных, без которых переменные не будут фактически использоваться при выполнении правил. Прежде чем значения рабочих переменных будут запрошены у пользователя командами INPUT или FORM, разработчик системы должен определить рабочие переменные в INITIAL, присвоив им значение UNKNOWN.

- 3) команды вывода первоначальных сообщений на экран. В описываемом случае это выглядит следующим образом:

INITIAL:  
CLEAR  
AT 2,35 OUTPUT "РЕКОМЕНДАЦИИ"  
OUTPUT

По команде clear происходит очистка текущего экрана, по команде output на второй строке 35-го столбца происходит вывод нужной информации, в данном случае "РЕКОМЕНДАЦИИ".

### Предложения правила (RULE).

Предложения правил содержат собственно правила системы ИНЕК и могут быть, включены в набор правил в неограниченном количестве, Вместе с тем каждый набор правил должен содержать хотя бы одно правило. В рассматриваемом случае пример одного из правил выглядит следующим образом:

RULE: R3  
IF: known ("kredit") and known ("kapi tal") and known ("obdep")  
THEN: H3=kredit/(kapital+obdep)

В данном случае для определения значения неизвестных переменных kredit, kapital и obdep используется функция known которая определяет, является ли данная переменная известной. Если их значения неизвестно, они должны быть запрошены у пользователя в процессе консультации с экспертной системой. Для осуществления такого запроса разработчик экспертной системы должен включить вопрос о значениях неизвестных переменных в предложение FIND. При тестировании правил система ИНЕК, пользуясь методом обратной аргументации, будет пытаться определить значения неизвестных переменных, содержащихся в условии IF и заключении правила THEN. Аналогичным образом строятся остальные 9 правил.

Вспомогательное предложение NEEDS используется в предложении правила для определения переменных, необходимых для посылки IF. Если это предложение опущено, система ИНЭК рассматривает посылку для того, чтобы идентифицировать сами переменные.

### Предложение переменных (VARIABLE).

Любая переменная, которая появляется либо в посылке, либо в заключении правила, должна быть определена. Предложение переменной начинается с VARIABLE (VAR:) за которым следует имя переменной.

Предложение переменных может включать несколько вспомогательных предложений, наиболее важными из которых являются LABEL и FIND.

Вспомогательное предложение LABEL - содержит краткое описание переменной, которое будет выведено на экран в том случае, если пользователь экспертной системы захочет проследить процесс аргументации с помощью команд HOW или WHY.

Вспомогательное предложение FIND содержит один или несколько операторов системы, используемых для ввода значения переменных ( чаще всего с помощью команды INPUT ). Если при тестировании правила системы встречаются в его заключении неизвестную (UNKNOWN) рабочую переменную, она сможет получить значение переменной подсказкой пользователя с клавиатуры, если разработчик системы предусмотрит

нительно включил в предложение FIND команду ввода значения рабочей переменной.

В рассматриваемом примере было использовано вспомогательное предложение FIND, например:

```
VAR: kapital
FIND:
INPUT kapital NUM WITH\
"Введите K - капитал банка"
```

### Предложение завершения (DO).

Предложение завершения содержит операторы системы ИНЭК., которые выполняются после того, как будет найдено значение цели. Предложение завершения начинается словом DO:, после которого может следовать любое количество операторов системы ИНЭК.

В предложении завершения могут быть включены командные файлы или файлы выполнения - последовательность команд системы, хранящаяся в файле.

Наряду с операторами действия, которые представляют собой команды системы ИНЭК, и командными файлами, в языке структурного программирования системы широко применяются специальные конструкции, позволяющие выполнить некоторую команду или их последовательность в зависимости от условий. Одной из таких конструкций, которая часто используется в предложении завершения разработчиками экспертных систем, является команда

```
IF <условие >
<команды>
ELSE
<команды>
ENDIF
```

В рассматриваемом примере была использована сокращенная форма данного оператора.

Для выбора типа "один из множества" может использоваться команда

```
TEST<выражение>
CASE<выражение1>
<утверждение1>
CASE<выражение2>
<утверждение2 >
OTHERWISE:
ENDTEST
```

Этот оператор выполняет проверку условий, заданных в операндах CASE. Вместе с командой TEST можно использовать команду BREAK, по которой происходит остановка проверки условий. После команды, следующей за ENDTEST, проверка условий возобновляется. В рассматриваемом примере была использована следующая конструкция:

```
test advice
case "no":
```

```
if H1 <= 0.05 then output "H1 - норматив достаточности капитала"  
endif  
break  
endtest
```

### Предложение конца текста набора правил (END).

Набор правил заканчивается оператором END, который должен быть последним в тексте набора правил.

### **Диалог во время консультации.**

Для того, чтобы проконсультироваться с разработанной экспертной системой необходимо, загрузив предварительно ИНЭК с помощью команды **inex -g**, из главного системного меню выбрать опцию "ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ". После этого появится меню, из которого необходимо выбрать пункт "КОНСУЛЬТАЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ". После выбора система ИНЭК предложит Вам указать имя экспертной системы, консультацию которой Вы хотите получить, в нашем случае это система ADVISFAL (лист ).

После всех вышеописанных действий осуществляется запуск выбранной системы и пользователю предлагается ввести данные для консультации. Первым рассмотрен случай, когда лицензия не отзывается (лист ). При нажатии пробела консультация с системой возобновляется. Пример второго случая приведен на листе , то есть лицензия не отзывается лишь при устранении несоответствий по отдельным показателям в месячный срок, в данном примере необходимо устранить несоответствие по нормативу текущей ликвидности - H7.

Покинув консультирующую систему, можно проверить правильность системных выводов, выбрав из меню "КОНСУЛЬТАЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ" пункт "ОБЪЯСНЕНИЕ ВЫВОДА" и из вновь предложенного меню опцию "ПРОСМОТР ВЫВОДОВ". Просмотрев все активированные правила (лист ) можно убедиться в том, что показатель H7=0.13, что не соответствует норме (H7<=0.1). Соответственно значение цели ADVISE будет "no" и пользователю выведутся условия, при которых лицензия не будет отозвана.

### **Вывод**

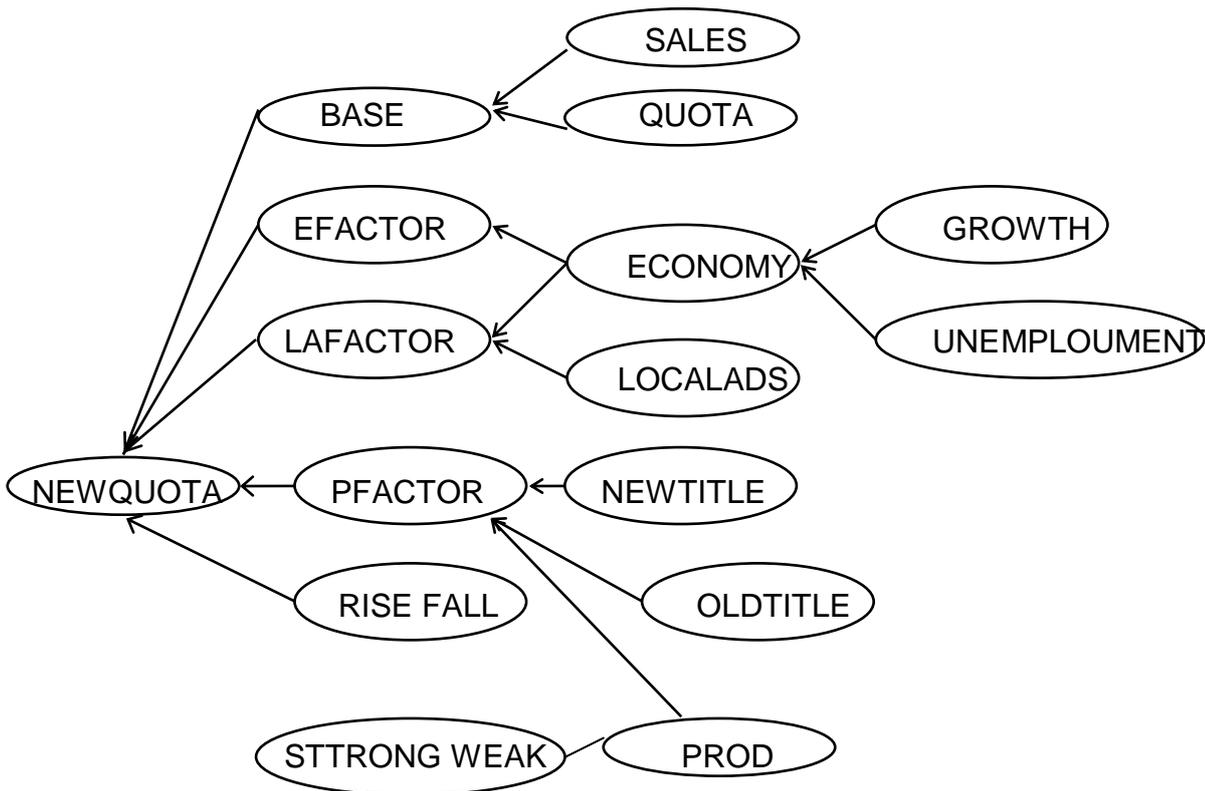
Для принятия решения по некоторым задачам требуется хранить большое количество показателей, которые представляют собой знания эксперта. Использование экспертной системы, основанной на знаниях эксперта, помогает освободить его от рутинной работы.

В основе современной концепции создания ЭС заложен вычислительный метод, реализованный в различных модификациях продукционных систем. Продукционные системы по сравнению с логическими имеют ряд преимуществ благодаря наличию более гибких систем представления неточных или эвристических знаний посредством использования традиционно сформулированных фактов. К преимуществам продукционных систем относятся:

- модульность, то есть каждое продукционное правило может рассматриваться самостоятельно. Это позволяет легко добавлять знания, модифицировать их, исключать, несмотря на наличие связей между ними
- естественность, для эксперта не сложно делать заключение или описывать конкретную ситуацию в виде правила или утверждения
- адаптация к изменениям, модульность правил позволяет конструировать базу

- знаний на основе дополнения правил
- простота объяснения, продукционные правила позволяют обеспечить пользователя очень простыми способами объяснения, так как знания по ним точно представлены в структуре самого правила.

**Граф дерева логического вывода.**



## **2.9. Выводы. Задачи, которые можно решать с помощью ЭС**

Решение поставленной задачи в интегрированной системе ИнтерЭксперт показало, что выбор представления знаний осуществлен правильно. Система ИнтерЭкс-

перт позволила решить данную задачу, обеспечив создание удобного пользовательского интерфейса ЭС, а так же объяснение рекомендаций по определению новой квоты.

ЭС следует применять в следующих случаях:

1. Задача принятия решения попадает под одно из определений типа экспертной задачи.
2. Задача не может быть решена по вполне четкому известному алгоритму.
3. Имеется квалифицированный эксперт в конкретно предметной области, описывающий ситуацию принятия решения одним из способов представления знаний.
4. При описании ситуации принятия решения используются эвристические или интуитивные знания эксперта.

Огромный интерес к ЭС вызван следующими основными причинами:

Во - первых, они ориентированы на решение широкого круга задач в неформализованных областях, то есть на приложения, которые до недавнего времени считались малодоступными для ВТ.

Во - вторых, ЭС позволяют специалистам, не имеющим навыков программирования, создавать практически значимые приложения, что резко расширяет сферу использования ВТ.

В - третьих, ЭС при решении практических задач позволяют получать результаты, сравнимые, а иногда и превосходящие те, которые может получить эксперт - человек.

В - четвертых, решения ЭС обладают "прозрачностью", то есть могут быть объяснены пользователю на качественном уровне (в отличии от решений, полученных с помощью числовых алгоритмов). Это качество ЭС обеспечивается их способностью рассуждать о своих знаниях и умозаключениях.

В - пятых, современные ЭС легко объединяются с традиционными программными системами (СУБД, ППП и т. д.) в интегрированные приложения.

Необходимо отметить, что в настоящее время технология ЭС используется для решения различных задач в самых разнообразных проблемных областях. Приведем некоторые примеры.

Одна из наиболее известных в мире ЭС MYCIN является системой медицинской диагностики. Она решает задачи диагностики инфекционных заболеваний крови и выработки рекомендаций по их лечению. Система MYCIN использует базу медицинских знаний о заболеваниях, их симптомах и вызывающих их микроорганизмах. Необходимую информацию о пациенте система получает в процессе диалога с пользователем (врачом). По признанию специалистов - медиков, система MYCIN не уступает по качеству диагностики ведущим экспертам. Подобная система, установленная либо на ЭВМ в клинике, либо на портативной персональной ЭВМ, умещающейся в «дипломате» врача «скорой помощи», - мечта любого медика.

Другая столь же известная в мире система PROSPECTOR («предсказатель»), решающая геологические задачи поиска месторождений, предсказала наличие крупного месторождения молибдена в США.

Также одной из областей, где используются ЭС является экономика. В условиях рынка и конкурентоспособности товаропроизводителей в обществе появляются реальные субъекты (акционеры, инвесторы, частные владельцы), заинтересованные в законности и эффективности финансово - хозяйственной деятельности их предприятий. В связи с этим возникает масса вопросов, связанных с принятием управленческих решений, проверкой финансовой отчетности хозяйствующего субъекта, диагностированием производственно - хозяйственной деятельности предприятий и др. Появление

столь сложных и трудоемких работ стимулирует быстрое развитие экономических ЭС. Но не смотря на это, экономическая сфера отстает от других областей как по количеству, так и по качеству созданных ЭС, что можно объяснить сложностью, динамичностью и большими объемами знаний, подлежащих воспроизведению с помощью компьютеров. Важное место среди экономических ЭС занимают аудиторские ЭС.

Примером такой системы может служить ЭС «Дедукция». Она содержит средства анализа финансового состояния предприятия, формулирования диагноза и поиска путей повышения эффективности управления. На основе полученного описания экономической ситуации, плановых показателей, а также базы знаний, где находятся правила диагностирования предприятия, происходит генерация альтернатив решения. Отдать предпочтение тому или иному варианту затруднительно из-за отсутствия оптимального критерия их оценки. Поэтому оценка каждой альтернативы осуществляется путем ее просчета по принципу «что будет, если...». Если в результате расчетов получен приемлемый с точки зрения ЛПР результат, то ему остается лишь принять решение. В противном случае ЛПР изменяет степень важности тех или иных целей, задает дополнительные значения ресурсов, резервов. Затем расчет повторяется.

### **3. Поддержка принятия решений с помощью декомпозиционных методов теории полезности. Применение СППР «АЛЬТЕРНАТИВА» для принятия решения по выдаче ссуды под инвестиционный проект по многим критериям**

#### **3.1. Постановка задачи**

Три предприятия разрабатывают инвестиционные проекты и предоставляют их в комиссию городской администрации по инвестициям на конкурс. Необходимо оценить наилучший проект.

	<b>Квант</b>					<b>Виктория</b>					<b>Прима</b>				
1.Ст-ть технологической линии	10 млн. Руб					10 млн. Руб					10 млн. Руб				
2.Срок экспл-ции	5 лет					5 лет					5 лет				
3. Износ по методу лин. амортизации	20 % годовых					20 % годовых					20 % годовых				
4.Выручка от реализации продукции	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
прогноз по годам (тыс.руб.)	6400	7000	7800	7600	6600	6900	7200	8000	7800	6100	6800	7400	8200	8000	6000
5.Текущие расхды по годам	3000 тыс. руб. и 3% в год					3500 тыс. руб. и 3% в год					3400 тыс. руб. и 3% в год				
6.Сбавка налога на прибыль	35 %					35 %					35 %				
7.Цена авансированного капитала (коэффициент)	16 %					16 %					16%				

дисконтирования)			
------------------	--	--	--

### 3.2. Расчет исходных показателей по годам.

	Квант					Виктория					Прима				
Объем реализации	6400	7000	7800	7600	6600	6900	7200	8000	7800	6100	6800	7400	8200	8000	6000
Текущие расходы	3000	3090	3182	3277	3375	3500	3605	3713	3824	3939	3400	3502	3607	3715	3824
Износ	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Прибыль	1400	1910	2618	2323	1225	1400	1595	2287	1976	161	1400	1898	2593	2285	173
Налог на прибыль	430	669	916	813	429	490	558	800	691	56	490	664	908	800	61
Чистая прибыль	910	1241	1702	1510	796	910	1037	1487	1285	105	910	1234	1685	1485	112
Чистые денежные поступления	2910	3241	3702	3510	2796	2910	3037	3487	3285	2105	2910	3234	3685	3485	2112

### 3.3. Расчет аналитических коэффициентов

#### 3.3.1. Чистый приведенный доход (NPV)

$$NPV = \left( \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k} \right) - I,$$

где  $P_k$  - годовой доход;

$k$  - конкретный год (если доходы распределяются по годам);

r - цена авансированного капитала;

I - инвестиции.

$$\begin{aligned} NPV_{\text{Квант}} &= -10000 + \frac{2910}{(1+0,16)^1} + \frac{3241}{(1+0,16)^2} + \frac{3702}{(1+0,16)^3} + \frac{3510}{(1+0,16)^4} + \frac{2796}{(1+0,16)^5} = \\ &= -10000 + 2508,6 + 2408,6 + 2371,8 + 1938,6 + 1331,2 = 558 \text{ (тыс.руб.)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_{\text{Виктория}} &= -10000 + \frac{2910}{(1+0,16)^1} + \frac{3037}{(1+0,16)^2} + \frac{3487}{(1+0,16)^3} + \frac{3285}{(1+0,16)^4} + \frac{2105}{(1+0,16)^5} = \\ &= -10000 + 2508,6 + 2256,9 + 2234,1 + 1814,3 + 1002,2 = -184 \text{ (тыс.руб.)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_{\text{Прима}} &= -10000 + \frac{2910}{(1+0,16)^1} + \frac{3234}{(1+0,16)^2} + \frac{3685}{(1+0,16)^3} + \frac{3485}{(1+0,16)^4} + \frac{2112}{(1+0,16)^5} = \\ &= -10000 + 2508,6 + 2403,3 + 2360,9 + 1859,85 + 1005,5 = 203 \text{ (тыс.руб.)} \end{aligned}$$

### 3.3.2. Индекс рентабельности инвестиций (PI)

$$PI = \left( \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k} \right) : I,$$

Значение  $\left( \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k} \right)$  будем использовать из предыдущих вычислений.

$$PI_{\text{Квант}} = \frac{10558}{10000} = 1,06 \quad PI_{\text{Виктория}} = \frac{9896}{10000} = 0,98 \quad PI_{\text{Прима}} = \frac{10203}{10000} = 1,02$$

### 3.3.3 Норма рентабельности проекта (IRR)

$$IRR = r, \text{ при которой } NPV = f(r) = 0$$

$$\text{При } r = 0,16 \text{ } NPV_{\text{Квант}} = 558; \text{ при } r = 18,3 \text{ } NPV = 0 \quad IRR_{\text{Квант}} = 18,3$$

$$\text{При } r = 0,16 \text{ } NPV_{\text{Виктория}} = -184; \text{ при } r = 15,2 \text{ } NPV = 0 \quad IRR_{\text{Виктория}} = 15,2$$

$$\text{При } r = 0,16 \text{ } NPV_{\text{Прима}} = 203; \text{ при } r = 16,9 \text{ } NPV = 0 \quad IRR_{\text{Прима}} = 16,9$$

### 3.3.4 Срок окупаемости (PP)

$$\sum_{k=1}^n P_k > I$$

Срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет в течение которых, инвестиция будет погашена кумулятивным доходом.

$PP_{\text{Квант}} = 2910 + 3241 + 3702 = 9853$  (тыс. руб.) - 3х лет недостаточно для того, чтобы окупить инвестицию.

Рассчитаем доход в четвертый год по месяцам.

$3510 : 12 = 292,5$  (тыс. руб.)

$9853 + 292,5 = 10145,5$  (тыс. руб.)

- чистые денежные поступления за 1 месяц

- чистые денежные поступления за 3 года и 1 месяц.

$PP_{\text{Квант}} = 3,08$  (г.)

$PP_{\text{Виктория}} = 2910 + 3037 + 3487 = 9434$  (тыс. руб.) - чистые денежные поступления за 3 года.

$3285 : 12 = 273,7$  (тыс. руб.)

$9434 + 273,7 * 3 = 10255,2$  (тыс. руб.)

- чистые денежные поступления за 1 месяц

- чистые денежные поступления за 3 года и 3 месяца

$PP_{\text{Виктория}} = 3,25$  (г.)

$PP_{\text{Прима}} = 2910 + 3234 + 3685 = 9829$  (тыс. руб.) - чистые денежные поступления за 3 года.

$3485 : 12 = 290,4$  (тыс. руб.)

$9829 + 290,4 = 10119,4$  (тыс. руб.)

- чистые денежные поступления за 1 месяц

- чистые денежные поступления за 3 года и 1 месяц.

$PP_{\text{Прима}} = 3,8$  (г.)

### 3.3.5. Коэффициент эффективности проекта (ARR)

$$ARR = \frac{\overline{PN}}{I/2},$$

где  $\overline{PN}$  - среднегодовая чистая прибыль.

$$\overline{PN}_{\text{Квант}} = \frac{910 + 1241 + 1702 + 1510 + 796}{5} = 1231,8$$

$$ARR_{\text{Квант}} = \frac{1231,8}{10000/2} = 0,25$$

$$\overline{PN}_{\text{Виктория}} = \frac{910 + 1037 + 1487 + 1285 + 105}{5} = 964,8$$

$$ARR_{\text{Виктория}} = \frac{964,8}{10000/2} = 0,19$$

$$\overline{PN}_{\text{Прима}} = \frac{910 + 1234 + 1685 + 1485 + 112}{5} = 1085,2$$

$$ARR_{\text{Прима}} = \frac{1085,2}{10000/2} = 0,22$$

#### Сводная таблица аналитических коэффициентов

Коэффициент	Квант	Виктория	Прима
NPV	558	-184	203
PI	1,06	0,98	1,02
IRR	18,3	15,2	16,9
PP	3,08	3,25	3,08
ARR	0,25	0,19	0,22

### 3.4. Сеанс работы с СППР "Альтернатива".

Для того чтобы выполнить задание необходимо запустить СППР АЛЬТЕРНАТИВА командами C:\FP25\fox и do alterf.fxp. Далее программа предложит Вам указать код, который соответствует слову "дека". После указанных действий на экране появится меню, из которого необходимо выбрать пункт МОДЕЛИ, далее появится еще одно меню, из которого выберем опцию новая задача ( для решения поставленной задачи ) и, наконец, из появившегося меню пункт АЛЬТЕРНАТИВЫ. Затем система попросит Вас указать как вводить альтернативы, мы выберем АЛЬТЕРНАТИВЫ НАДО ВВЕСТИ С КЛАВИАТУРЫ. После этого вводим наши три предприятия, после ввода третьего предприятия необходимо набрать "000", чтобы закончить работу по вводу альтернатив.

После ввода альтернатив вводим критерии, выбрав пункты КРИТЕРИИ и ВВОД КРИТЕРИЕВ С КЛАВИАТУРЫ. Чтобы закончить ввод критериев необходимо набрать "0".

Теперь оценим критерии, выбрав соответствующий пункт из основного меню: ОЦЕНИВАНИЕ - ЧИСЛОВОЙ - БУДУТ ВВОДИТЬСЯ С ЭКРАНА - ТОЧЕЧНОЕ и введем

указанные в таблице значения критериев. Теперь необходимо провести сравнение, выбрав опции: СРАВНЕНИЕ - ТОЛЬКО ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ и спротоколируем результаты: ПРОТОКОЛ - ИТОГОВАЯ ТАБЛИЦА - НА ЭКРАН.

Второй вариант решения с использованием правила и весов критериев.

Из основного меню выберем: МОДЕЛИ - МОДИФИКАЦИЯ kvant, далее выберем из меню ПРАВИЛА - ПРОСТЫЕ ПРАВИЛА и введем ограничение на приведенный доход: чистый приведенный доход не может быть меньше нуля. Всю последовательность произведенных действий и результаты можно просмотреть в приложении.

Наиболее широкое распространение среди группы аксиоматических методов принятия решений в условиях риска и неопределенности последствий получили методы, основанные на теории ожидаемой полезности. В соответствии с методологией данной теории задача принятия решений разбивается на две большие части:

1) определение вероятности наступления различных возможных исходов каждого альтернативного решения

2) оценка предпочтительности этих исходов. Исходы (последствия) принимаемых решений оцениваются при помощи функции полезности фон Неймана-Моргенштерна ( функция полезности Бернулли, которая каждому исходу  $r[k]$  ставит в соответствие его полезность  $u(r[k])$ ). Основное преимущество такой функции полезности - ее пригодность для оценки альтернатив при помощи математического ожидания функции. При этом более предпочтительной альтернативе соответствует более высокое значение математического ожидания функции полезности.

Принятие решений методами теории полезности представляет собой поэтапный процесс:

1) определение множества альтернатив, где под альтернативой понимается вариант принимаемого решения. Для нашей задачи определены такие альтернативы:

- предприятие 1 (Квант)
- предприятие 2 (Виктория)
- предприятие 3. (Прима)

2) определение множества критериев. Критерий - способ описания альтернативных вариантов решений, способ выражения различий между ними с точки зрения предпочтения лица принимающего решение.

Заданные критерии для поставленной задачи представлены в таблице исходных данных.

2) выбор шкал для измерения критериев:

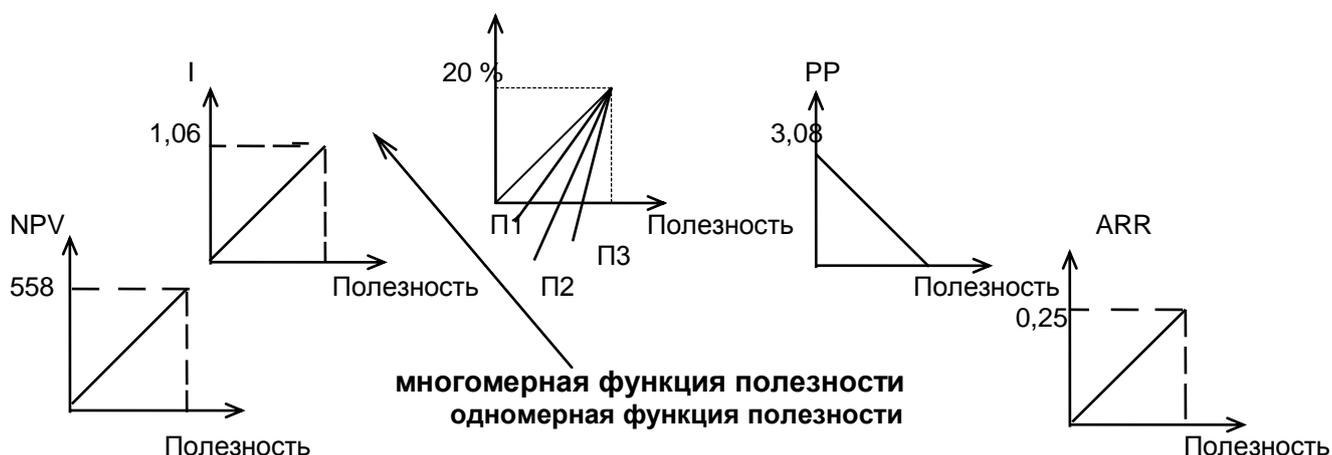
- шкала отношений
- порядковая шкала
- графическая шкала.

4) построение одномерных функций полезности для каждого критерия, нахождение локальных экстремумов.

5) построение многомерной функции полезности и нахождение ее экстремума (максимума), а также расстояний от альтернатив до экстремума и ранжирование альтернатив в зависимости от этого расстояния.

График многомерной функции полезности по каждому из 5 критериев ( т.е. 5-мерное пространство ) и каждой из 3 альтернатив представлены на рисунке ниже.

Исходя из графика многомерной функции полезности можно сделать выводы: в зависимости от расстояния от альтернативы до глобального экстремума ( его минимизации ) альтернативы можно проранжировать.



Находим максимум многомерной функции полезности. Рассматриваем расстояние проекций каждой из альтернатив до точки максимума функции полезности. Чем меньше расстояние, тем лучше альтернатива.

### **3.5. Выводы. Области применения методов теории полезности.**

При помощи СППР “АЛЬТЕРНАТИВА” были рассмотрены и оценены по пяти критериям три инвестиционных проекта. Наиболее эффективным оказался инвестиционный проект представленный предприятием “Квант”.

Условия применения методов теории полезности:

1. Задача принятия решения должна быть задачей типа выбора (из альтернативных вариантов выбираем один).
2. Выбор должен производиться по многим критериям (больше двух) для каждой альтернативы.
3. Должна существовать возможность задания экспертом значений критериев для каждой альтернативы (в шкалах отношений, в порядковых шкалах и в графических шкалах) и указания более предпочтительных значений (минимальных или максимальных).

Одной из особенностей декомпозиционных методов в теории полезности является то, что эти методы применимы не только в случаях определенных значений критериев, но и в случае неопределенности и риска.

## 4.Принятие решения на основе регрессионных моделей

### 4.1. Постановка задачи.

Рассмотрим как ведут себя значения 5 технико-экономических показателей работы 24 промышленных предприятий [7]. Применим для такого анализа и принятия решения методы регрессионного анализа. построим регрессионную модель, в которой будет четыре регрессора и один отклик (Табл.4.1).

- $X_1$  - процент использования основного оборудования;
- $X_2$  - численность промышленно-производственного персонала в % к плану;
- $X_3$  - номинальное рабочее время;
- $X_4$  - реализация квартальных фондов снабжения;
- $Y$  - выполнение плана товарной продукции.

Требуется оценить значения и знаки коэффициентов регрессии и сделать выводы:

- какие технико-экономические показатели и как влияют на выполнение плана товарной продукции;
- насколько точной получилась модель, выполнены ли предпосылки применения регрессионного анализа, можно ли полученной моделью пользоваться на практике для принятия решений по управлению производством.

Таблица 4.1

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$Y$

80.600000	102.000000	86.300000	12.300000	97.700000
82.600000	102.300000	87.100000	44.600000	102.900000
82.400000	102.400000	87.200000	43.100000	102.300000
82.800000	102.600000	83.300000	25.300000	103.300000
82.200000	101.500000	87.100000	32.400000	100.100000
79.300000	102.100000	85.500000	42.300000	81.200000
84.700000	102.300000	87.600000	31.100000	113.700000
81.900000	102.300000	87.000000	40.300000	100.600000
81.800000	102.700000	86.800000	29.600000	100.500000
81.600000	99.900000	87.100000	15.400000	101.200000
78.600000	99.300000	85.700000	34.800000	72.800000
85.200000	101.300000	87.200000	48.800000	126.500000
81.700000	101.700000	87.300000	14.300000	101.800000
79.100000	100.200000	84.300000	26.500000	77.200000
81.100000	101.300000	86.900000	38.400000	99.000000
79.600000	100.600000	85.100000	16.500000	82.400000
81.700000	101.400000	86.300000	28.300000	100.000000
80.100000	100.300000	85.700000	30.400000	85.500000
79.600000	100.200000	85.600000	18.600000	82.400000
83.400000	100.700000	87.100000	41.700000	105.300000
82.600000	101.300000	86.800000	32.400000	103.200000
80.600000	100.800000	84.600000	25.200000	84.100000
83.200000	101.600000	86.700000	40.400000	103.800000
84.600000	101.900000	87.100000	34.400000	112.100000

## 4.2. Основные понятия из регрессионного анализа. Предпосылки применения методов регрессионного анализа

В автоматическом режиме пакет сам выбирает метод для оценки регрессионной модели. В пользовательском режиме мы выбираем метод оценки. Автоматический режим работы предусматривает:

- проверку гипотезы о наличии отсутствующих значений;
- восстановление отсутствующих значений в случае подтверждения гипотезы;
- проверка гипотез о случайности и нормальности распределения отклика;
- проверка гипотезы о наличии мультиколлинеарности;
- если подтверждена гипотеза о наличии мультиколлинеарности, то оценивание параметров производится методом гребневой регрессии.

Оценивание производится следующими методами в случае отсутствия коллинеарности:

- \* если  $k < 6$ , то методом множественной линейной регрессии;
- \* если  $k$  от 6 до 12, то методом всех возможных регрессий;
- \* если  $k > 12$ , то методом пошаговой регрессии.

Принятие решения на ППП "ПАРИС" для оценки влияния показателей работы промышленного предприятия на процент выполнения плана по товарной продукции.

Нахождение некоторой прямой или кривой по экспертным данным назовем идентификацией линейных или нелинейных моделей. Если при этом используются методы

регрессионного анализа, то идентификация будет называться регрессионной, а прямая или кривая будет называться математической регрессионной моделью. Регрессионный анализ предполагает, что исходные данные должны подчиняться некоторым требованиям, которые назовем предпосылками применения регрессионного анализа.

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \quad - \text{регрессионная модель}$$

$y$  - отклик;

$x_1, x_2$  - регрессоры;

Интервал между наблюдениями должен быть одинаковым.

#### Область применения регрессионного анализа.

Методы регрессионного анализа следует применять когда:

1) имеется возможность наблюдения за исследуемым процессом и фиксирования значений интересующих нас параметров процесса, которые мы можем назвать откликами и регрессорами;

2) для наблюдений желательно выполнение предпосылок применения регрессионного анализа.

#### Предпосылки применения регрессионного анализа:

1) отклик - зависимая переменная ( $Y$ ) должна быть случайной величиной, распределенной по нормальному закону распределения;

2) регрессоры или независимые переменные не могут быть мультиколлинеарны.

Результатом применения методов регрессионного анализа знака и величины коэффициентов регрессии по имеющимся наблюдениям отклика и регрессора.

Знак при первом регрессоре ( $a_1$ ) показывает, если положительный, тем больше значение коэффициента. Сама величина коэффициента показывает, как количественно влияет значение данного регрессора на значение отклика.

### **4.3. Пакет параметрической идентификации систем «ПАРИС»**

#### **Предварительная обработка и анализ данных.**

##### Проверка матрицы на мультиколлинеарность и ее устранение.

Коллинеарность - это зависимость одного регрессора от другого. Для выявления и устранения мультиколлинеарности в пакете установлен метод Фаррара-Глаубера. На первом этапе мультиколлинеарность выявляется в общем виде, для этого строится матрица  $R$  коэффициентов парной корреляции между регрессорами и вычисляется ее определитель  $D$ . В качестве критерия используется величина хи-квадрат.

$$\chi^2 = - \left( n - 1 - \frac{1}{\delta} (2m + 5) \right) \ln D$$

$n$  - число наблюдений,  
 $m$  - число регрессий,  
 $\delta$  - среднеквадратическое отклонение.

Величина  $\chi$  имеет хи-квадрат распределение с таким количеством степеней свободы

$$f = 1/2 m(m-1).$$

**Если  $\chi^2_{\text{эксперим}} \leq \chi^2_{\text{табл}}$ , то мультиколлинеарность отсутствует.**

Затем формируется массив R частных коэффициентов корреляции каждого регрессора с откликом. Элементы этого массива располагаются в порядке возрастания.

Устранение мультиколлинеарность производится методом Ферра Глаубера. Для этого вычисляется статистика Фишера:

$$F = \frac{(n-m)B_{k..12..(k-1)..(k+1)..m}}{(m-1)(1-B_{k..12..(k-1)..(k+1)..m})}$$

B - коэффициент детерминации между регрессорами.

F имеет F-распределение с числами степеней свободы:

$$V_1 = m-1$$

$$V_2 = n-m$$

**Если  $F_{\text{расч.}} > F_{\text{табл.}}$ , то для конкретного регрессора, то каждому регрессору присуща мультиколлинеарность**

и ППП "ПАРИС" отбрасывает из рассмотрения этот регрессор.

Проверка значения отклика на случайность и нормальность распределения.

При количестве наблюдений  $N > 120$  используется критерий хи-квадрат Пирсона,  $N < 120$  - критерий Колмогорова-Смирнова

$$\chi = \sum_{i=1}^L \frac{(n - np)}{np}$$

L - число интервалов деления вариационного ряда,

$n_i$  - число наблюдений в интервале  $n_i$ ,

$p_i$  - вероятность попадания случайной величины в интервале  $i$ .

**Если  $\chi^2_{\text{расч.}} > \chi^2_{\text{табл.}}$ , то гипотеза о нормальности распределения отвергается.**

**Построение линейных моделей.**

Метод множественной линейной регрессии.

Предназначен для установления регрессионной зависимости отклика  $y$  от множества регрессоров  $x$  в виде:

$$Y=B_0+B_1X_1+\dots+B_kX_k$$

Оцениваются параметры  $B_0, B_1, \dots, B_k$  и остаточная дисперсия. Исходными данными является выборка в виде матрицы значений регрессоров  $X$ , определитель матрицы  $=n \cdot k$ .

$$X (\dim X=n \cdot k)$$

Вектор значения отклика  $Y$

$$Y (\dim Y=n \cdot 1)$$

Оценивая методом наименьших квадратов при помощи матрицы корреляции  $R$ . Если полученное регрессионное уравнение адекватно эмпирическим данным, то отклонение, остатки  $E_i = y_i - \hat{y}_i$  должны удовлетворять основным предпосылкам регрессионного анализа:

$E(\varepsilon)=0$  , т.е. иметь нулевое среднее значение.

$D(\varepsilon) = \delta^2 \ln$  , т.е. быть независимыми, иметь одинаковую дисперсию.

$f(\varepsilon) = N(0, \delta^2, \ln)$  , т.е. подчиняться нормальному закону распределения.

$E$  - математическое ожидание.

$D$  - дисперсия.

$f$  - плотность распределения.

#### Метод всех возможных регрессий.

Алгоритм, реализованный в пакете, предназначен для получения наилучшей регрессионной модели из набора всех возможных регрессий, которые можно получить, выбирая  $0, 1, \dots, k$  возможных регрессоров из совокупности  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . Из них выбирается лучшая (минимум остатков). Для сокращения времени поиска используется метод ветвей и границ.

#### Метод пошаговой регрессии.

В этом методе регрессоры один за другим включаются в модель по предварительно заданному критерию. На каждом следующем шаге идет проверка с помощью  $F$ -критерия, следует ли включить следующий регрессор в модель, либо следует исключить следующий регрессор из модели.

#### **Построение нелинейных моделей.**

##### Метод Брандона.

$$y = \mu \prod_{i=1}^k f_i(x_i)$$

Вид уравнения тоже можно подобрать

### Анализ качества моделей.

#### Анализ адекватности регрессионных моделей:

- 1) Проверка статистической независимости остатков по критерию квадратов последовательных разностей;
- 2) Проверка нормальности распределения остатков по критерию Пирсона ( $N > 120$ ), Колмогорова-Смирнова ( $N \leq 120$ );
- 3) Проверка значимости множественного коэффициента корреляции  $y$  F-критерия;
- 4) Обнаружение псевдоповторов;
- 5) F-анализ дисперсии остатков. Наиболее удачный критерий для оценки адекватности модели

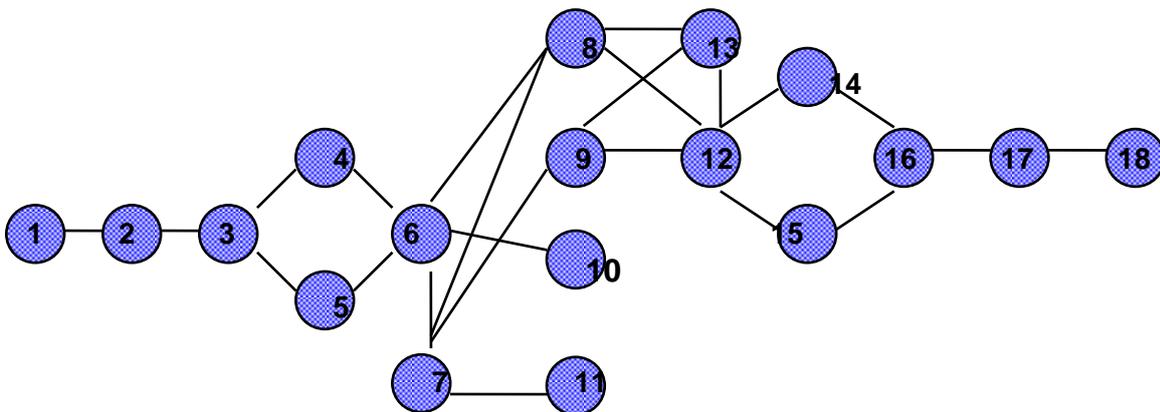
$$F = \frac{SS_{\text{рег}}^2 (N - n)}{(M - 1) SS_{\text{ост}}^2}$$

$SS_{\text{рег}}^2$ ,  $SS_{\text{ост}}^2$  - сумма квадратичных отклонений обусловленных регрессией,

$P$  - вероятность

Если  $P > 1 - \alpha$ , то модель адекватна.

#### Ориентированный граф - структура взаимосвязи модулей ППП «ПАРИС»



1. Вод исходных данных.
2. Проверка исходной матрицы на отсутствие значения.
3. Проверка значений отклика на случайность.
4. Проверка значений отклика на нормальность распределения методом  $\chi^2$  Пирсона.

5. Проверка значений отклика на нормальность распределения методом Колмогорова - Смирнова.
6. Проверка матрицы регрессоров на мультиколлинеарность.
7. Устранение мультиколлинеарности.
8. Построение линейной модели методом множественной линейной регрессии.
9. Построение линейной модели методом всех возможных регрессий.
10. Построение линейной модели с использованием ридж - оценок (гребневая регрессия)
11. Построение линейной модели методом пошаговой регрессии.
12. Комплексный анализ адекватности линейной модели.
13. Функционально преобразование матрицы регрессоров.
14. Построение нелинейной модели методом MZYA (метод группового учета аргументов).
15. Построение нелинейной модели методом Брандона.
16. Анализ остатков нелинейной модели.
17. Графическое представление результатов моделирования.
18. Вывод результатов (протокола) на экран или принтер.

#### 4.4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ППП ПАРИС И ВЫВОДЫ

=== ДИАЛОГОВЫЙ РЕЖИМ ===

--- ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ---

ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ИЗ СЛУЖЕБНОГО ФАЙЛА

---

КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ - 24  
 КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕМЕННЫХ - 5  
 КОЛИЧЕСТВО РЕГРЕССОРОВ - 4  
 НОМЕР ОТКЛИКА - 5  
 НОМЕРА РЕГРЕССОРОВ:  
 1 2 3 4

ПРОВЕРКА ОТКЛИКА НА СЛУЧАЙНОСТЬ И НОРМАЛЬНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

---

ПРОЦЕДУРА ОБНАРУЖЕНИЯ ПСЕВДОПОВТОРОВ ПО МЕТОДУ ТАКСОНОМИИ

ТАКСОНЫ ОТСУТСТВУЮТ

ПРОВЕРКА СТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ ОТКЛИКА ПО ВСЕЙ ВЫБОРКЕ

ГИПОТЕЗА О СТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ ОТКЛИКА ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ

ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ ОТКЛИКА

ГИПОТЕЗА О НОРМАЛЬНОСТИ ОТКЛИКА ПРИНИМАЕТСЯ

ПРОВЕРКА МАТРИЦЫ НА МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТЬ

---

ПРИ УРОВНЕ ЗНАЧИМОСТИ 5.000000E-02 ГИПОТЕЗА ОБ ОТСУТСТВИИ  
 МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТИ ОТВЕРГАЕТСЯ

НОМЕРА КОЛЛИНЕАРНЫХ РЕГРЕССОРОВ

2 3 1

ПРЕДЛАГАЕМ УСТРАНИТЬ РЕГРЕССОР С НОМЕРОМ - 2

--- ПОСТРОЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ---

--- ЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ ---

ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ИЗ СЛУЖЕБНОГО ФАЙЛА

КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ - 24

КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕМЕННЫХ - 5

КОЛИЧЕСТВО РЕГРЕССОРОВ - 4

НОМЕР ОТКЛИКА - 5

НОМЕРА РЕГРЕССОРОВ:

1 2 3 4

МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ

НОМЕР ПЕРЕМЕННОЙ	СРЕДНЕЕ ОТКЛОНЕНИЕ	СТАНДАРТ. Х ОТ Y	КОРРЕЛЯЦИЯ РЕГРЕССИИ	КОЭФФИЦИЕНТ КОЭФ. РЕГР.	СТАНД.ОШИБКА ЗНАЧЕНИЕ T	ВЫЧИСЛЕННОЕ
1	81.708	1.8024	.95771	5.5510	.67193	8.2614
2	101.36	.93335	.55226	.49844	.91522	.54461
3	86.475	.91995	.84568	2.9749	1.2934	2.3001
4	31.129	10.387	.33817	-.73584E-01	.74351E-01	-.98968

ЗАВИСИМАЯ

5 97.483 12.630

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ -661.57

МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ .97046

СТАНД. ОШИБКА ОЦЕНКИ 3.3528

АНАЛИЗ ДИСПЕРСИЙ РЕГРЕССИИ

ИСХОДНАЯ ДИСПЕРСИЯ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СУММА КВАДРАТОВ	СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ F КВАДРАТИЧ.
ОТНОСЯЩАЯСЯ К РЕГРЕССИИ	4	3455.4	863.85
ОТКЛОНЕНИЕ ОТ РЕГРЕССИИ	19	213.59	11.241
СУММА	23	3669.0	76.845

ТАБЛИЦА ОСТАТКОВ

СОБЫТИЕ	ЗНАЧЕНИЕ Y	ОЦЕНКА Y	ОСТАТОК
1	97.700	92.514	5.1863
2	102.90	103.77	-.86842
3	102.30	103.12	-.81594
4	103.30	107.04	-3.7434
5	100.10	102.05	-1.9470
6	81.200	80.760	.44024
7	113.70	117.91	-4.2064
8	100.60	99.902	.69836
9	100.50	99.738	.76170
10	101.20	99.170	2.0302

11	72.800	76.625	-3.8252
12	126.50	117.69	8.8089
13	101.80	101.30	.50198
14	77.200	76.295	.90473
15	99.000	94.805	4.1953
16	82.400	82.386	.14107E-01
17	100.00	97.143	2.8566
18	85.500	85.774	-.27400
19	82.400	83.519	-1.1194
20	105.30	107.63	-2.3252
21	103.20	103.28	-.75272E-01
22	84.100	85.909	-1.8090
23	103.80	105.87	-2.0692
24	112.10	115.42	-3.3217

#### ПОШАГОВАЯ РЕГРЕССИЯ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: --- В МАТРИЦЕ ДАННЫХ НЕТ ПОВТОРЕНИЙ ---

НОМЕР РЕГРЕССОРА

КОД ВКЛЮЧЕНИЯ

1	1
2	1
3	1
4	1

НОМЕРА РЕГРЕССОРОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ В  
ОПТИМАЛЬНУЮ МОДЕЛЬ

КОЭФФИЦИЕНТЫ  
РЕГРЕССИИ

1	5.5550
2	.50279
3	2.9660
4	-.73751E-01

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ - -661.56

НОМЕР РЕГРЕССОРА

ЗНАЧЕНИЕ СТАТИСТИКИ

1	4.0000
2	19.000
3	23.000
4	3455.7
5	213.28
6	3669.0
7	863.92
8	11.225
9	76.961
10	.00000
11	94.187
12	3.3504
13	3.4369
14	.00000
15	.00000

#### ТАБЛИЦА ОСТАТКОВ

СОБЫТИЕ    ЗНАЧЕНИЕ Y    ОЦЕНКА Y    ОСТАТОК

1	97.700	92.517	5.1833
2	102.90	103.77	-.86816
3	102.30	103.11	-.81467
4	103.30	107.05	-3.7466

5	100.10	102.04	-1.9437
6	81.200	80.760	.43981
7	113.70	117.91	-4.2123
8	100.60	99.900	.69980
9	100.50	99.742	.75824
10	101.20	99.160	2.0400
11	72.800	76.610	-3.8102
12	126.50	117.70	8.8048
13	101.80	101.29	.50518
14	77.200	76.300	.90004
15	99.000	94.797	4.2031
16	82.400	82.389	.11162E-01
17	100.00	97.146	2.8545
18	85.500	85.770	-.26996
19	82.400	83.516	-1.1158
20	105.30	107.62	-2.3216
21	103.20	103.28	-.75348E-01
22	84.100	85.920	-1.8198
23	103.80	105.87	-2.0725
24	112.10	115.43	-3.3293

#### МЕТОД ГРЕБНЕВОЙ РЕГРЕССИИ

##### МАТРИЦА КОРРЕЛЯЦИЙ НЕЗАВИСИМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

.999600	.520378	.790431	.411360
.520378	1.000098	.552445	.273343
.790431	.552445	1.000352	.289378
.411360	.273343	.289378	1.000002

##### ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

.888543

##### КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ:

7.17514 -3.37751 -1.68593 .135521E-01

##### ПЕРЕСЕЧЕНИЕ:

-1.03678

##### ТАБЛИЦА ОСТАТКОВ

СОБЫТИЕ	ЗНАЧЕНИЕ Y	ОЦЕНКА Y	ОСТАТОК
1	97.70000	87.44370	10.25629
2	102.90000	99.86971	3.03029
3	102.30000	97.90798	4.39202
4	103.30000	99.69278	3.60722
5	100.10000	99.53629	.56371
6	81.20000	79.53358	1.66642
7	113.70000	113.91150	-.21155
8	100.60000	94.95744	5.64256
9	100.50000	93.08111	7.41889
10	101.20000	100.40490	.79514
11	72.80000	83.52918	-10.72918
12	126.50000	121.79090	4.70912
13	101.80000	94.69077	7.10924
14	77.20000	86.32478	-9.12479
15	99.00000	92.73763	6.26237
16	82.40000	87.07710	-4.67710

17	100.00000	97.57967	2.42033
18	85.50000	90.85474	-5.35474
19	82.40000	87.61360	-5.21360
20	105.30000	110.97460	-5.67458
21	103.20000	103.58770	-.38766
22	84.10000	94.53762	-10.43762
23	103.80000	107.15650	-3.35650
24	112.10000	115.43270	-3.33272

МЕТОД ВСЕХ ВОЗМОЖНЫХ РЕГРЕССИЙ

ЗНАЧЕНИЯ КРИТЕРИЯ РЕГРЕССИИ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В КАЖДОМ ПОДМНОЖЕСТВЕ

91.7374	1
71.5195	1
93.8220	1 3
92.1365	1 2
94.0944	1 3 4
93.8854	1 2 3
94.1868	1 2 3 4

НАИЛУЧШИЕ РЕГРЕССИИ    КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ    F-СТАТИСТИКИ    КВАНТИЛИ F-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

1.	6.71259	244.261	.000000
.....			
3.	11.6112	55.2459	.357628E-06
.....			
1.	5.40585	75.8099	.596046E-07
3.	3.23777	7.08587	.145883E-01
.....			
1.	6.44281	164.583	.596046E-07
2.	1.00133	1.06575	.313651
.....			
1.	5.60188	73.2231	.238419E-06
3.	3.16209	6.70549	.175189E-01
4.	-.697752E-01	.922462	.348300
.....			
1.	5.35800	69.7399	.417233E-06
2.	.414395	.207304	.653793
3.	3.07969	5.72039	.267082E-01
.....			
1.	5.55500	68.3694	.178814E-06
2.	.502790	.302061	.588996
3.	2.96598	5.26022	.333931E-01
4.	-.737506E-01	.985182	.333396

ДАННЫЕ СОХРАНЕНЫ В ФАЙЛЕ - PRIMER.RAV

--- НЕЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ ---

ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ИЗ СЛУЖЕБНОГО ФАЙЛА

КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ - 24  
КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕМЕННЫХ - 5  
КОЛИЧЕСТВО РЕГРЕССОРОВ - 4

НОМЕР ОТКЛИКА - 5  
НОМЕРА РЕГРЕССОРОВ:  
1 2 3 4

МЕТОД БРАНДОНА

YM= 97.4833

K\* N\*

1 1

КОЭФФИЦ-ТЫ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РЕГРЕССОРУ X(K\*)  
(КОЭФФИЦ-ТЫ ПЕРЕЧИСЛЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ:  
НУЛЕВОЙ, ПЕРВЫЙ И Т.Д.)

-4.62377 .688274E-01

K\* N\*

4 2

КОЭФФИЦ-ТЫ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РЕГРЕССОРУ X(K\*)  
(КОЭФФИЦ-ТЫ ПЕРЕЧИСЛЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ:  
НУЛЕВОЙ, ПЕРВЫЙ И Т.Д.)

1.18044 -.127263E-01 .200945E-03

K\* N\*

3 1

КОЭФФИЦ-ТЫ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РЕГРЕССОРУ X(K\*)  
(КОЭФФИЦ-ТЫ ПЕРЕЧИСЛЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ:  
НУЛЕВОЙ, ПЕРВЫЙ И Т.Д.)

-.958073E-01 .126720E-01

K\* N\*

2 1

КОЭФФИЦ-ТЫ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РЕГРЕССОРУ X(K\*)  
(КОЭФФИЦ-ТЫ ПЕРЕЧИСЛЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ:  
НУЛЕВОЙ, ПЕРВЫЙ И Т.Д.)

.605885 .388816E-02

ВАМ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ СОСТАВИТЬ ОБЩЕЕ УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ НА ОСНОВЕ  
ИНФОРМАЦИИ, ВЫДАННОЙ НА ПЕЧАТЬ

ВИД УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ:

$$Y = Y_M * (A_0 + A_1 * X(1) + A_2 * X(1)^2 + A_3 * X(1)^3) *$$

$$* (B_0 + B_1 * X(2) + B_2 * X(2)^2 + B_3 * X(2)^3) * \dots \text{ И Т. Д.}$$

ТАБЛИЦА ОСТАТКОВ

НАБЛЮДЕНИЯ	ФАКТ ЗНАЧЕНИЯ Y	МОДЕЛИРУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ Y	ОСТАТКИ
1	97.7000	94.9621	2.73788
2	102.900	105.981	-3.08099
3	102.300	104.019	-1.71854
4	103.300	105.040	-1.73997
5	100.100	99.5065	.593544
6	81.2000	80.6851	.514893
7	113.700	117.155	-3.45539
8	100.600	99.1833	1.41669
9	100.500	97.0155	3.48449
10	101.200	100.083	1.11729
11	72.8000	73.8312	-1.03123
12	126.500	126.621	-.120811
13	101.800	102.474	-.674065
14	77.2000	76.2122	.987793
15	99.0000	92.7614	6.23865
16	82.4000	83.6976	-1.29762
17	100.000	95.4005	4.59952
18	85.5000	83.7144	1.78561
19	82.4000	83.1285	-.728531
20	105.300	109.324	-4.02367
21	103.200	101.692	1.50810
22	84.1000	86.6059	-2.50587
23	103.800	107.281	-3.48062
24	112.100	115.749	-3.64941

ВЕЛИЧИНА ОШИБКИ АППРОКСИМАЦИИ ( В ПРОЦЕНТАХ): 2.21581

ДАННЫЕ СОХРАНЕНЫ В ФАЙЛЕ - Paris1.RAB

### Анализ результатов. Выбор наилучшей модели.

Наилучшую модель будем выбирать по критерию - точность аппроксимации:

$$\sum = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i^{\phi} - y_i)}{y_i^{\phi}} * 100\%$$

n - число наблюдений;

$y^{\phi}$  - фактическое значение отклика;

$y_i$  - модельное значение отклика.

ММЛР	$y = -661.57 + 5.551x_1 + 0.49844x_2 + 2.9749x_3 - 0.07358x_4$
МГР	$y = -1.037 + 7.18x_1 - 3.38x_2 - 1.69x_3 + 0.014x_4$
МПР	$y = -661.57 + 8.2514x_1 + 0.5446x_2 + 2.3x_3 + 0.9897x_4$
МБрандона	$y = 97.48 * (-4.6 + 0.06x_1) * (0.6 + 0.0038x_2) * (-0.09 + 0.012x_3) * (1.18 -$

	$-0.012x_4+0.0002x_4^2$
--	-------------------------

### 1) Пошаговая регрессия

$$y = -661.56 + 5.56x_1 + 0.5x_2 + 2.97x_3 - 0.074x_4$$

Из данного уравнения модели видно, что наибольшее положительное влияние на отклик ( $y$ ), т.е. на выполнение плана товарной продукции оказывает регрессор  $x_1$  - процент использования основного оборудования, также значительное положительное влияние оказывает и регрессор  $x_3$  - номинальное рабочее время, Регрессор  $x_2$  - численность персонала оказывает наименьшее положительное влияние, регрессор  $x_4$  - реализация квартальных фондов снабжения снижает показатель выполнения плана. Т.о. предприятию для улучшения процента выполнения плана необходимо улучшить показатели: реализация квартальных фондов и численность персонала в процентах к плану.

$$y = 1/24(0.053 - 0.008 - 0.008 - 0.036 - 0.019 + 0.005 - 0.037 + 0.007 + 0.007 + 0.02 - 0.052 + 0.07 + 0.005 + 0.012 + 0.042 + 0.00013 + 0.0285 - 0.003 - 0.014 - 0.022 - 0.0007 - 0.022 - 0.02 - 0.03) = 1/24 * (-0.02207) = -0.000919583$$

### 2) Гребневая регрессия

$$y = -1.037 + 7.18x_1 - 3.38x_2 - 1.69x_3 + 0.014x_4$$

$$= 1/24(0.105 + 0.029 + 0.43 + 0.035 + 0.006 + 0.021 - 0.002 + 0.056 + 0.074 + 0.008 - 0.147 + 0.037 + 0.07 - 0.118 + 0.063 - 0.057 + 0.0242 - 0.063 - 0.063 - 0.054 - 0.0038 - 0.124 - 0.032 - 0.03) = 1/24 * 0.2644 = 0.011016666$$

Метод гребневой регрессии мы использовать не будем, т.к. для этого метода ошибка аппроксимации получилась наибольшей.

### 3) Множественная регрессия

$$y = -661.57 + 8.2514x_1 + 0.5446x_2 + 2.3x_3 + 0.9897x_4$$

$$= 1/24(0.053 - 0.0085 - 0.00798 - 0.0362 - 0.0195 + 0.0054 - 0.037 + 0.007 + 0.0076 + 0.02 - 0.0526 + 0.0696 + 0.0049 + 0.012 + 0.042 + 0.00017 + 0.0286 - 0.0032 - 0.014 - 0.022 - 0.00073 - 0.02 - 0.02 - 0.029) = 1/24 * (-0.03844) = -0.001601666$$

4) Метод Брандона

$$y = 97.48 * (-4.62 + 0.069x_1) * (0.61 + 0.0039x_2) * (-0.096 + 0.013x_3) * (1.18 - 0.013x_4 + 0.0002x_4^2)$$
$$= 1/24 (0.028 - 0.0299 - 0.0168 + 0.0059 + 0.0063 - 0.03 + 0.014 + 0.0346 + 0.011 - 0.014 -$$
$$0.0009 - 0.0066 + 0.0128 + 0.063 - 0.016 + 0.046 + 0.021 - 0.0088 - 0.038 + 0.015 - 0.0297 - 0.034 -$$
$$0.033) = 1/24 * (-0.0169) = -0.000704166$$

Нелинейные модели, построенные по методу Брандона являются наиболее точными.

## 5. Методы оценки риска деятельности предприятий.

### 5.1. Общие методы анализа риска.

Проблема риска и дохода является одной из ключевых концепций в финансовой и производственной деятельности предприятий.

**Риск** - вероятность (угроза) потери предприятием части своих ресурсов, недополучение доходов или появление дополнительных расходов в результате осуществления производственной финансовой деятельности.

#### Виды рисков

**Производственный** Связан с возможностью невыполнения фирмой своих обязательств по контракту или договору с заказчиком.

**Финансовый (кредитный)** Связан с возможностью невыполнения фирмой своих финансовых обязательств перед инвестором.

**Инвестиционный** Связан с возможностью обесценивания инвестиционно - финансового портфеля, состоящего как из собственных ценных бумаг, так и приобретенных.

**Рыночный** Связан с возможным колебанием рыночных процентных ставок, как собственной денежной национальной единицы, так и зарубежных курсов валют.

### Общие принципы анализа риска.

Участники процесса управления проектом:

#### 1-ый вариант

- 1.Заказчик
- 2.Инвестор
- 3.Исполнитель (подрядчик)
- 4.Страховая компания

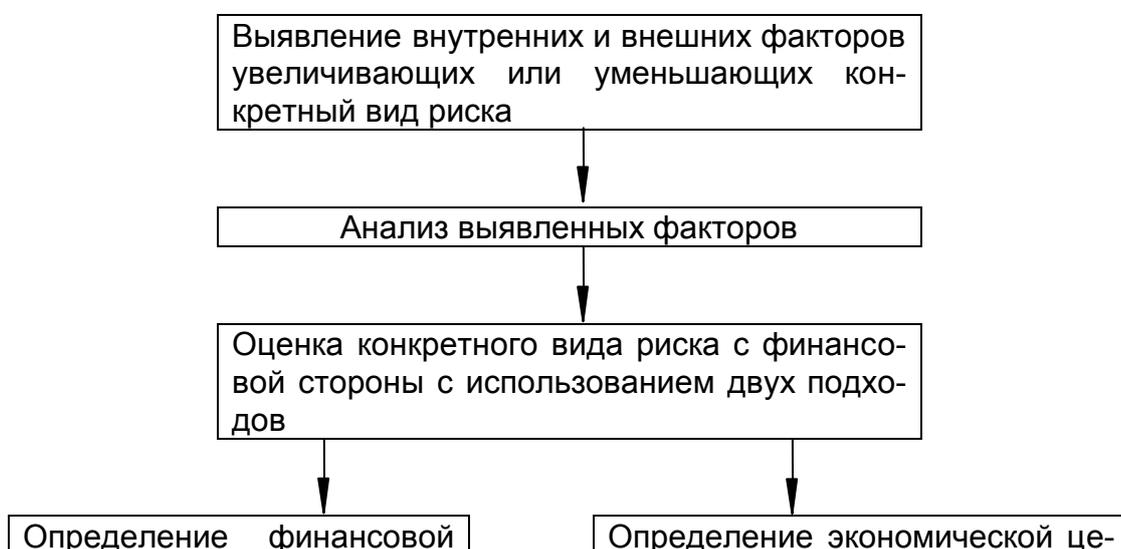
#### 2-ой вариант

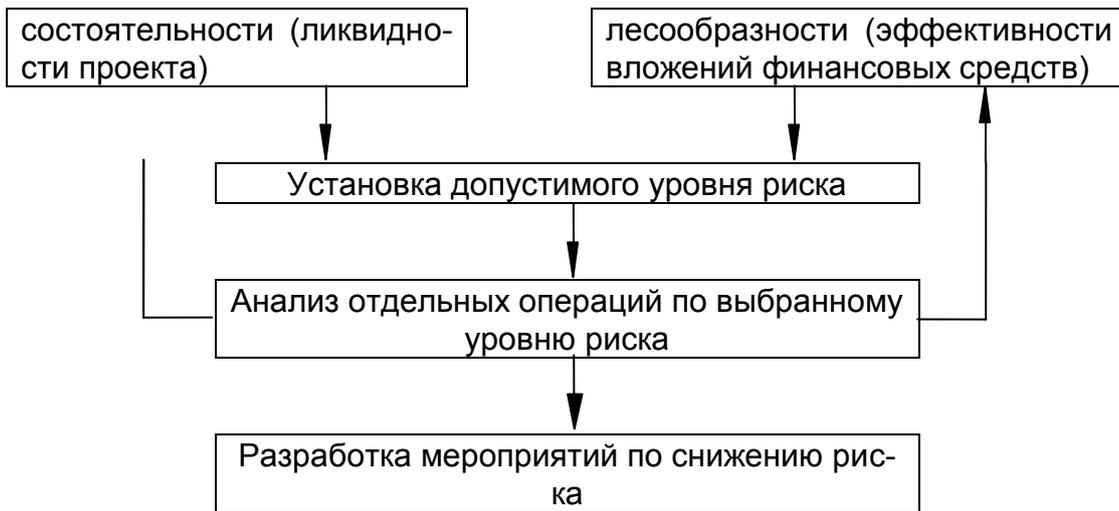
- 1.Продавец
- 2.Инвестор
- 3.Покупатель
- 4.Страховая компания

При анализе риска любого из участников проекта используются критерии, предложенные американским экспертом Беримером.

1. Потеря от риска независимо друг от друга.
2. Потеря по одному направлению из «портфеля рисков» не обязательно увеличивает вероятность потери по другому (за исключением форс - мажора).
3. Максимально возможный ущерб не должен превышать финансовых возможностей заказчика.

### Блок-схема анализа риска.





**Риск подразделяется на два типа: динамический и статический.**

**Динамический риск** - риск непредвиденных изменений стоимости основного капитала вследствие принятия управленческих решений или непредвиденных изменений рыночных и политических обстоятельств (приводит и к положительным и к отрицательным последствиям).

**Статический риск** - риск потерь реальных активов вследствие нанесения ущерба собственности, а также потерь дохода из-за недееспособности организации (приводит к потерям).

Анализ риска можно разделить на **качественный** и **количественный**. Качественный анализ сравнительно прост. В его задачу входит определение факторов риска, этапов и работ, при которых риск возникает. Это приводит к установлению потенциальных областей риска. Количественный анализ - численное определение размеров риска и риска проекта в целом.



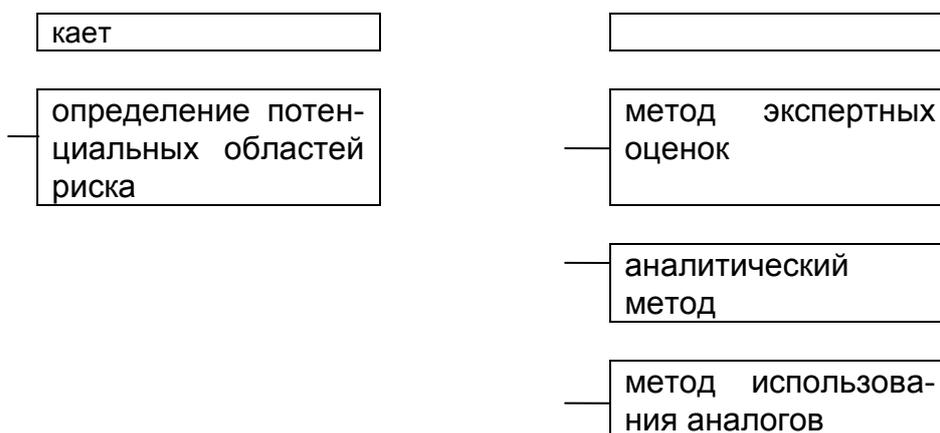


Рис.5.1. Виды анализа рисков

## 5.2. Статистический метод анализа риска

Статистический метод по определению риска проекта используется в системе ПЕРТ, для вычисления ожидаемой продолжительности каждой работы и проекта в целом.

Суть этого метода заключается в том, что для расчета вероятностей возникновения потерь анализируются все статистические данные касающиеся результативности осуществления фирмой рассматриваемых операций.

Частота возникновения некоторого уровня потерь находится по следующей формуле:

$$f^{\circ} = \frac{n'}{n_{\text{общ}}},$$

где  $f^{\circ}$  - частота возникновения некоторого уровня потерь;  
 $n'$  - число случаев наступления конкретного уровня потерь;  
 $n_{\text{общ}}$  - общее число случаев успешных и неуспешных операций данного вида.

Для построения кривой риска и определения уровня потерь необходимо ввести понятие областей риска.

**Областью риска** называется некоторая зона общих потерь рынка в границах которой потери не превышают предельного значения установленного уровня риска.

Если за основу установления таких областей взять требования ЦБР по оценке активов любого КБ, то можно выделить пять основных областей риска деятельности любой фирмы в рыночной экономике.

Безрисковая область.

Область минимального риска.

Область повышенного риска.  
 Область критического риска.  
 Область недопустимого риска.

**Основные области риска деятельности предприятия в рыночной экономике**



На рисунке показаны основные области риска, которые должны приниматься при расчете общего уровня риска, с учетом достаточности всего капитала инвестиционной компании.

При оценке достаточности капитала учитываются два понятия : уставный капитал, весь капитал. То есть достаточность капитала инвестиционной компании (банка) определяется максимально допустимым размером ее уставного капитала и предельным соотношением всего капитала компании к сумме ее активов. Таким образом, для того чтобы определить в какую область риска попадет проект необходимо учитывать *коэффициент риска*

$$H = \frac{\text{Капитал}}{\text{Активы}}$$

Рассмотрим области риска.

**Безрисковая область (0 - Г).**

Эта область характеризуется отсутствием каких - либо потерь при совершении операций с гарантией получения как минимум расчетной прибыли. Теоретически прибыль не ограничена. Коэффициент риска для этой области  $H_1 = 0$ .

**Область минимального риска (0 - А<sub>1</sub>).**

Эта область характеризуется уровнем потерь не превышающем размеры чистой прибыли в интервале 0 - А. Коэффициент риска  $0 \leq H_2 \leq 25\%$ .

В этой области возможны:

- осуществление операций с ЦБ правительства РФ;
- осуществление операций с ЦБ муниципальных органов;
- получение необходимых ссуд гарантированных правительством РФ;

- участие в выполнении работ по строительству зданий, сооружений, финансируемого государственными органами.

В этой области фирма рискует тем, что в результате своей деятельности в худшем случае не получит чистой прибыли, так как будут покрыты все налоги на прибыль и она не сможет выплатить дивиденды по выпущенным ценным бумагам. Возможны случаи незначительной потери, но основная часть чистой прибыли будет получена.

#### **Область повышенного риска (А1 - Б1 ≤ 0 - Б).**

Область характеризуется уровнем потерь не превышающих размеры расчетной прибыли. Коэффициент риска  $25 \leq H3 \leq 50\%$ .

В этой области возможно осуществление производственной деятельности фирмы за счет полученных кредитов в инвестиционных компаниях и банках на срок до одного года, за минусом ссуд гарантированных правительством. Фирма рискует тем, что в результате своей деятельности она в худшем случае произведет покрытие всех затрат (рентные платежи, накладные расходы, коммунальные платежи и т. д.), а в лучшем случае получит прибыль намного меньшую расчетного уровня.

#### **Область критического риска (Б1 - В1 ≤ 0 - В).**

В границах этой области возможны потери величина которых превышает размеры расчетной прибыли, но не превышает размеры валовой прибыли. Коэффициент риска  $50 \leq H4 \leq 75\%$ .

В этой области фирма может осуществлять различные виды лизинга:

1. Оперативный (предприятие не реализует свою продукцию, а передает ее в аренду).
2. Лизинг недвижимости (передача в аренду целевых объектов сроком на 15 - 20 лет).
3. Финансирующий лизинг (лизинговая компания передает в аренду машины и оборудование изготовленные третьими компаниями на срок от 2 до 6 лет).

Также в этой области риска фирма может вкладывать финансовые инвестиции в ЦБ других акционерных обществ и предприятий.

Операции в области такого риска нежелательны, так как фирма подвергается опасности потерять всю выручку от данной операции.

#### **Область недопустимого риска (В1 - Г ≤ 0 - Г).**

В границах этой области возможны потери близкие к размеру собственных средств, то есть наступление полного банкротства фирмы. В этом случае просроченная задолженность по ссудам составляет 100 %. Большой риск связан с вложением денежных средств и имущества под банковский процент.

Одним из способов определения уровня риска является использование графика Лоренца. Однако, при этом уровень риска не будет равен единице при его максимальном значении, он будет только стремиться к ней. Этот недостаток можно устранить с помощью идеи высказанной ученым Масловым, установившим следующие формулы для определения уровня риска.

$$Y_p = 1 - \frac{Y_1 (n-1) + Y_2 (n-2) + \dots + Y_{n-1}}{50 (n-1)},$$

где  $Y_p$  - уровень риска за определенный период времени;

$n$  - число единиц совокупностей;

$Y$  - удельный вес частоты возникновения потерь  $f^0$ .

Исходные данные представлены в следующей таблице.

Очередность областей риска	Номер в ранжи- ровании нисхо- дяще- го ряда	<b>Распределение частот потерь по очередности определения</b>								
		1991			1992			1993		
		Частота возник-я потерь	В % к безрис- й об- ласти	Расч. Знач- е гр4*гр2	Частота возник-я потерь	В % к безрис- й об- ласти	Расч. Знач- е гр7*гр2	Частота возник-я потерь	В % к безрис- й об- ласти	Расч. Знач- е гр10*гр2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0,32	42	-	0,35	44	-	0,05	5	-
2	1	0,33	44	44	0,20	26	26	0,17	20	20
3	2	0,05	7	14	0,20	25	50	0,25	30	60
4	3	0,05	7	21	0,05	5	15	0,38	45	135
Всего	-	0,75	100	79	0,8	100	91	0,85	100	215

Индексы риска, определенные на основе этой таблицы будут равны:

$$Y_{p1991} = (1 - (79/50 * (4-1))) * 100 \% = 47.3 \%$$

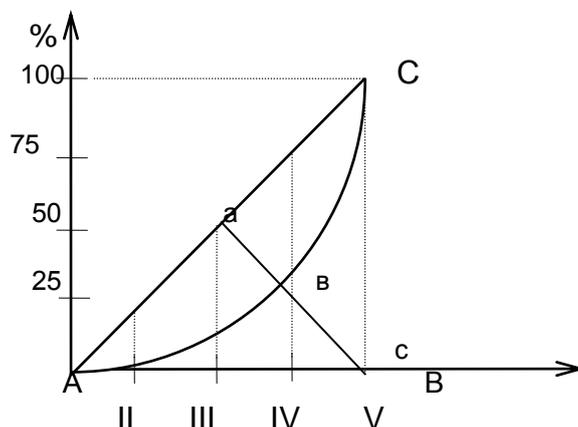
$$Y_{p1992} = (1 - (91/50) * (4-1)) * 100 \% = 39.3 \%$$

$$Y_{p1993} = (1 - (215/50) * (4-1)) * 100 \% = - 43 \%$$

Отрицательный риск означает, что по сравнению с 1992 годом риск возрос на 43 %, поэтому уровень риска 1993 будет:

$$Y_{p1993} = 39.3 + 43 = 82.3 \%$$

Построим график.



Для построения графика, частоты выстраиваются в восходящий ранжированный ряд по объему явлений, затем вычисляются накопленные итоги. Из точки В проводим перпендикуляр к АС. Нас интересует расстояние ав: чем оно больше, то есть чем более выпуклая кривая, тем больше риск работы предприятия.

В нашем примере накопленные итоги за 1993 год означают, что частота потерь во 2 -ой области 5 %, в 3-ей области 25 %, в 4-ой области 65 %, в 5-ой - 100 % всех потерь

## Список использованной литературы

1. Черкасов В.Е. Операции с валютой. М.:Ф.и С.,1999 г
2. Гаврилова Т. А. Червинская К. Р.  
Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. - М. : Радио и связь,  
- 200 с.: ил.
3. Сафонов В. О.  
Экспертные системы - интеллектуальные помощники специалистов . - СПб .: Знание,  
- 32 с.
4. Одинцов Б. Е.  
Проектирование экономических экспертных систем : Учебное пособие для вузов. -  
: Компьютер, ЮНИТИ, 1996.- 166 с.
5. Цыгичко В. Н.  
Руководителю о принятии решений. - 2-е изд., испр. и доп.- М.: ИНФРА - М,  
-272 с.
6. Штойер Р.  
Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения : Пер. С англ. -  
: Радио и связь, 1992.- 504 с.: ил.
7. Семенов Н.А. Прогнозирование и параметрическая идентификация систем. Пакеты  
ПАРИС и МАВР. М.:Ф.и С., 1990 г.
8. Сидорович В. А.  
Срочный рынок. (Введение в торговлю фьючерсами и опционами). - М. : Строительная  
газета, 1994.
9. Риски в современном бизнесе.  
Грабовый П. Г., Петрова С. Н., Полтавцев С. И., Романова К. Г., Хрусталева Б. Б.,  
Яровенко С. М. - М.: Изд-во «Аланс», 1994.- 200 с.
10. Статические и динамические экспертные системы: учеб. пособие/ Э. В. Попов, И. Б.  
Фоминых, Е. Б. Кисель, М. Д. Шапот.- М.: Финансы и статистика, 1996.-320 с.: ил.