

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР

_____ В.Л. Бибик
« __ » _____ 2013 г.

С.В. Разумников

ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по курсу «Теория систем и системный анализ»
для студентов, обучающихся по направлению 230700
«Прикладная информатика» всех форм обучения

Издательство
Юргинского технологического института (филиала)
Томского политехнического университета
2013

УДК 005.7:004(035)
ББК 65.291.21в631я2
Т33

Разумников С.В.

Т33 Теория систем и системный анализ: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория систем и системный анализ» для студентов, обучающихся по направлению 230700 «Прикладная информатика» всех форм обучения / С.В. Разумников; Юргинский технологический институт. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2013. – 60 с.

УДК 005.7:004(035)
ББК 65.291.21в631я2

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
информационных систем ЮТИ ТПУ
« » _____ 2013 г.

Зав. кафедрой ИС
кандидат технических наук

_____ *А.А. Захарова*

Председатель учебно-методической
комиссии

_____ *Е.В. Молнина*

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры ИС ЮТИ ТПУ
А.В. Маслов

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ Юргинский
технологический институт (филиал), 2013
© Разумников С.В., 2013

Оглавление

Введение	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. Разработка функциональной модели для решаемой задачи	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Задача 1. Простая задача принятия решений в условиях недостатка информации	24
Задача 2. Усложненная задача принятия решений в условиях неопределенности	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Принятие решений в условиях неопределенности. Игры с природой.....	41
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Метод анализа иерархий	51
Содержание отчета.....	58
Приложение 1.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Системный подход – эффективный способ мыслительной деятельности, обеспечивший значительные открытия в науке, изобретения в технике и достижения в производстве во второй половине XX ст. Это предопределяет постоянное внимание к нему со стороны интеллектуалов. Без владения этим методом невозможны творческая самореализация, профессиональная деятельность. Вместе с тем возрастающая потребность в системном мышлении требует специального изучения в высших учебных заведениях дисциплины «Теория систем и системный анализ».

Методические указания включают четыре лабораторные работы, посвященные разработке функциональной модели для решаемой задаче; принятию решений в условиях неопределенности и недостатка информации; экспертным оценкам, использованию метода анализа иерархий.

При выполнении лабораторных работ предполагается практическая реализация задач на ЭВМ с применением инструментальных средств. В качестве инструментария могут использоваться современные прикладные пакеты и программы: Microsoft Office, ВРwin 4.0., МАТНСAD 2002. Также возможна разработка собственного приложения на языке программирования высокого уровня.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШАЕМОЙ ЗАДАЧИ

Цель работы:

1. Узнать назначение и возможности использования методологии.
2. Ознакомиться с процессом создания функциональной модели.

Общие сведения о методологии IDEF0

Создание современных информационных систем представляет собой сложнейшую задачу, решение которой требует применения специальных методик и инструментов. Неудивительно, что в последнее время среди системных аналитиков и разработчиков значительно вырос интерес к CASE-технологиям и инструментальным CASE-средствам, позволяющим максимально систематизировать и автоматизировать все этапы разработки программного обеспечения: CASE-средство верхнего уровня Erwin, поддерживающее методологии IDEF0. Erwin – case средство, позволяющее осуществить прямое и обратное проектирование базы данных, поддерживает методологию IDEF1X. Case-средство ERwin значительно облегчают задачу создания информационной системы, позволяя осуществить декомпозицию сложной системы на более простые с тем, чтобы каждая из них могла проектироваться независимо, и для понимания любого уровня проектирования достаточно было оперировать с информацией о немногих ее частях.

Стандарт IDEF0 предназначен для функционального моделирования. Его применение – это сравнительно новое направление, но уже достаточно популярное и заслужившее серьезное отношение к себе. В основе стандарта лежит понятие функции, под которой понимается управляемое действие над входными данными, осуществляющееся посредством определенного механизма, результатом его являются выходные данные.

Стандарт IDEF0 базируется на трех основных принципах:

Принцип функциональной декомпозиции – любая функция может быть разбита на более простые функции;

Принцип ограничения сложности – количество блоков от 2 до 8 (в ERwin) условие удобочитаемости;

Принцип контекста – моделирование делового процесса начинается

с построения контекстной диаграммы, на которой отображается только один блок – главная функция моделирующей системы.

Специализированным средством создания IDEF0 диаграмм является BPwin. Это лучшее средство в своем классе. Пакет BPWin предназначен для функционального моделирования и анализа деятельности предприятия. Модель в BPWin представляет собой совокупность SADT-диаграмм, каждая из которых описывает отдельный процесс в виде разбиения его на шаги и подпроцессы. С помощью соединяющих дуг описываются объекты, данные и ресурсы, необходимые для выполнения функций. Имеется возможность для любого процесса указать стоимость, время и частоту его выполнения. Эти характеристики в дальнейшем могут быть просуммированы с целью вычисления общей стоимости затрат – таким образом выявляются узкие места технологических цепочек, определяются затратные центры. BPWin может импортировать фрагменты информационной модели из ERWin (при этом сущности и атрибуты информационной модели ставятся в соответствие дугам SADT-диаграммы). Генерация отчетов по модели может осуществляться в формате MS Word и MS Excel.

Результатом применения методологии SADT является модель, которая состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели, все функции и интерфейсы на них представлены как блоки и дуги. Место соединения дуги с блоком определяет тип интерфейса. Диаграммы строятся при помощи блоков (см. Рис.1.1). Каждый блок описывает какое-либо законченное действие. Четыре стороны блока имеют различное предназначение. Слева отображаются входные данные – исходные ресурсы для описываемой блоком функции (исходная информация, материалы); Справа показываются выходные ресурсы – результирующие ресурсы, полученные в результате выполнения описываемой блоком функции; Сверху управление – то, что воздействует на процесс выполнения описываемой блоком функции и позволяет влиять на результат выполнения действия (средства управления, люди); Механизм изображается снизу – это то, посредством чего осуществляется данное действие (станки, приборы, люди и т.д.).

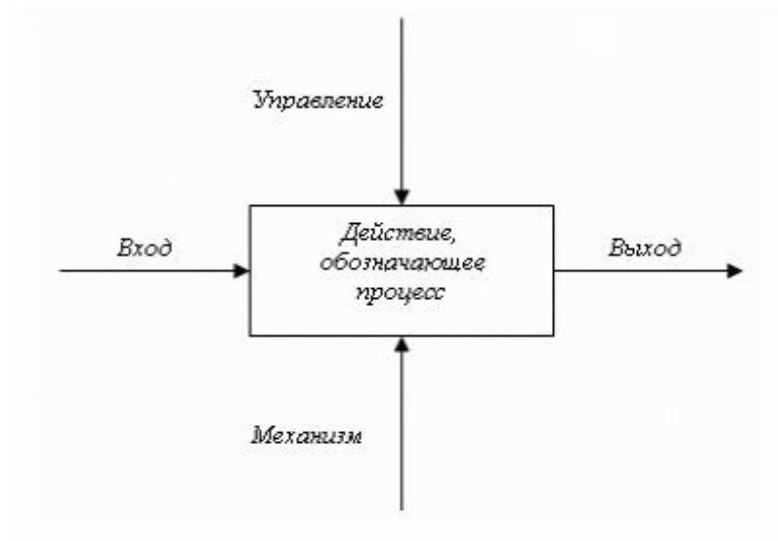


Рис 1.1. Построение диаграммы Vwip

Иерархия диаграмм

Построение SADT-модели начинается с представления всей системы в виде простейшей компоненты – одного блока и дуг, изображающих интерфейсы с функциями вне системы (рис. 1.2. а). Поскольку единственный блок представляет всю систему как единое целое, имя, указанное в блоке, является общим. Это верно и для интерфейсных дуг – они также представляют полный набор внешних интерфейсов системы в целом. Затем блок, который представляет систему в качестве единого модуля, детализируется на другой диаграмме с помощью нескольких блоков, соединенных интерфейсными дугами. Эти блоки представляют основные подфункции исходной функции. Данная декомпозиция выявляет полный набор подфункций, каждая из которых представлена как блок, границы которого определены интерфейсными дугами. Каждая из этих подфункций может быть декомпозирована подобным образом для более детального представления.

Во всех случаях каждая подфункция может содержать только те элементы, которые входят в исходную функцию. Кроме того, модель не может опустить какие-либо элементы, т.е., как уже отмечалось, родительский блок и его интерфейсы обеспечивают контекст. К нему

нельзя ничего добавить, и из него не может быть ничего удалено.

Модель SADT представляет собой серию диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков. Детали каждого из основных блоков показаны в виде блоков на других диаграммах. Каждая детальная диаграмма является декомпозицией блока из более общей диаграммы. На каждом шаге декомпозиции более общая диаграмма называется родительской для более детальной диаграммы.

Дуги, входящие в блок и выходящие из него на диаграмме верхнего уровня, являются точно теми же самыми, что и дуги, входящие в диаграмму нижнего уровня и выходящие из нее, потому что блок и диаграмма представляют одну и ту же часть системы. Каждый блок на диаграмме имеет свой номер. Блок любой диаграммы может быть далее описан диаграммой нижнего уровня, которая, в свою очередь, может быть далее детализирована с помощью необходимого числа диаграмм. Таким образом, формируется иерархия диаграмм.

Для того, чтобы указать положение любой диаграммы или блока в иерархии, используются номера диаграмм. Например, A21 является диаграммой (РИС. 1.2. б), которая детализирует блок 1 на диаграмме A2. Аналогично, A2 детализирует блок 2 на диаграмме A0, которая является самой верхней диаграммой модели.

Как уже отметили, главный процесс – это создать курсовой проект. На входе этого процесса – исходные данные по заданию. В качестве управляющего воздействия выступает методическое пособие, ГОСТы, необходимые требования.

Механизм осуществления создания курсового проекта – программное обеспечение, с помощью которого представлен материал и разработан проект и исполнитель проекта (студент).

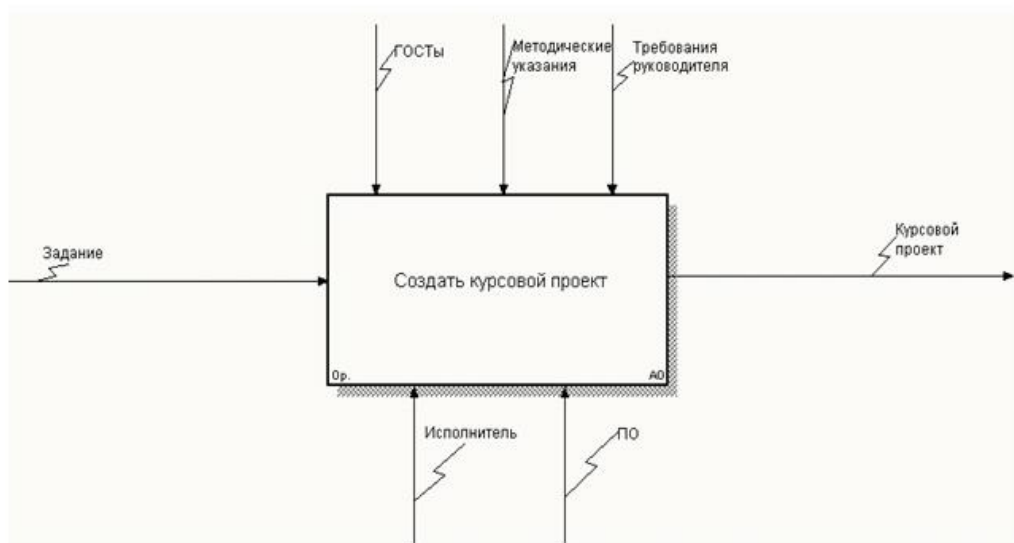


Рис. 1.2. а – Блок «Создать курсовой проект»

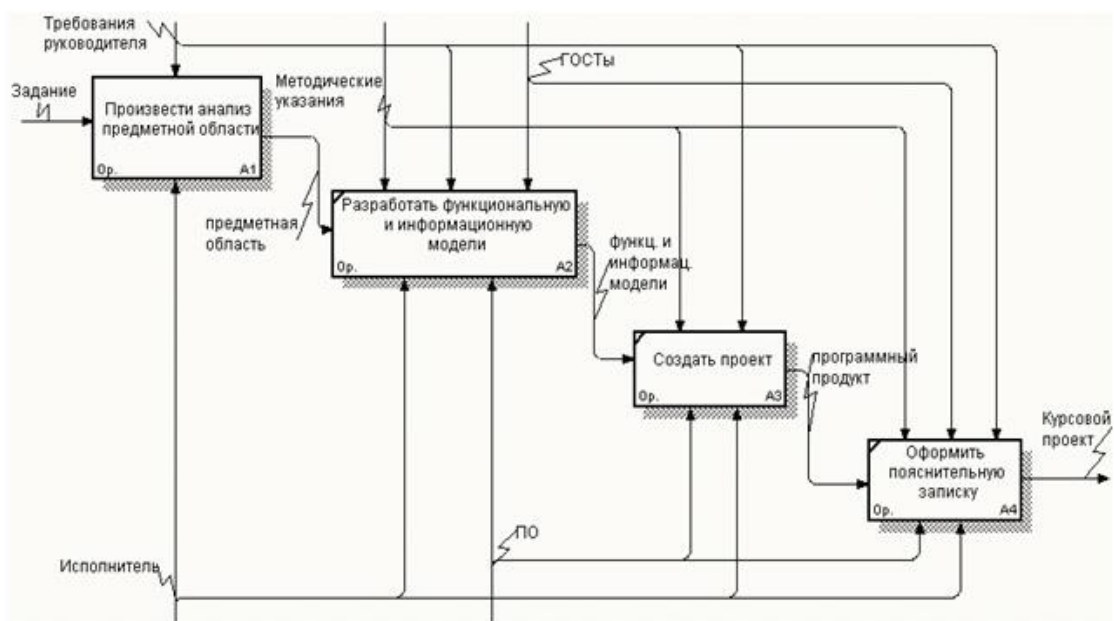


Рис. 1.2. б – Декомпозиция блока «Создать курсовой проект»

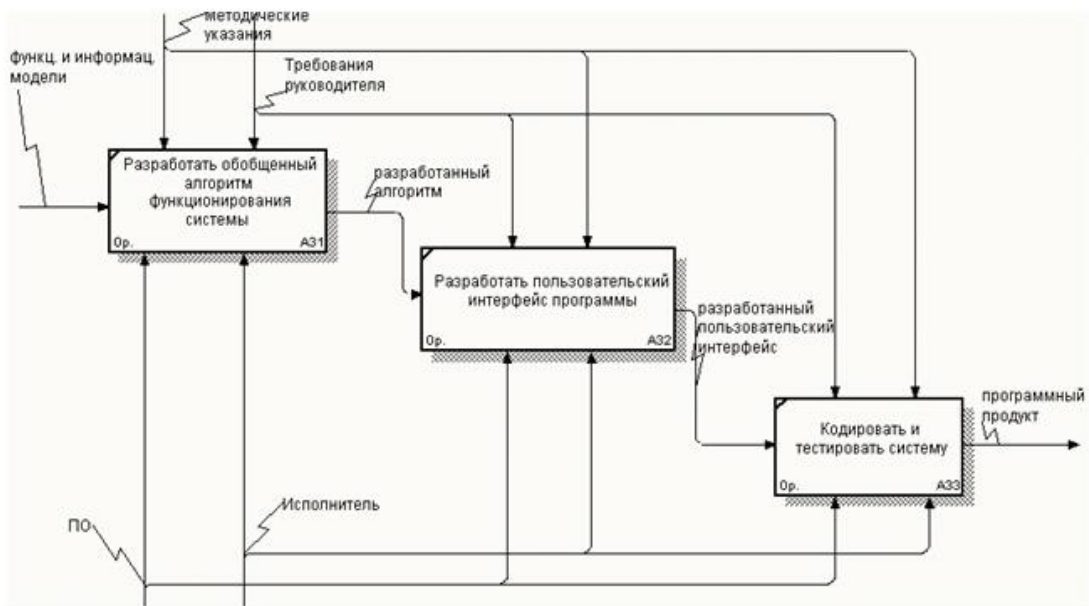


Рис. 1.3. Декомпозиция блока «Произвести анализ предметной области»

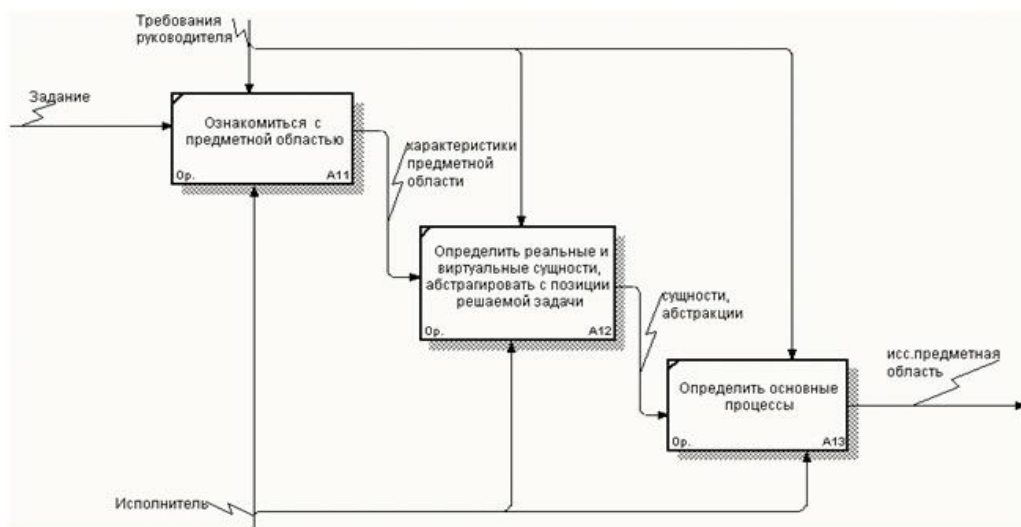


Рис. 1.4. Декомпозиция блока «Создать проект»

Технология работы. Пример

✦ Так как в программе **ВРwin** отсутствует «откат» (отмена последнего действия), рекомендуется периодически сохранять


результаты работы в новом файле. В конце работы удалите ненужные файлы.

1. Создание контекстной диаграммы A-0


Построим модель условной компании, занимающейся сборкой и продажей настольных компьютеров. Основные процедуры в компании таковы:

- продавцы принимают заказы клиентов;
- операторы группируют заказы по типам компьютеров;
- операторы собирают и тестируют компьютеры;
- операторы упаковывают компьютеры согласно заказам;
- кладовщик отгружает клиентам заказы.

Компания использует купленную бухгалтерскую информационную систему, которая позволяет оформить заказ, счет и отследить платежи по счетам.

Запустите программу **BPwin 4.0** при помощи команды **Пуск→BPwin 4.0** (если появляется диалог **Model Mart Connection Manager**, нажмите кнопку **Cancel**). Щелкните по кнопке **New Model** . В окне **BPwin** задайте имя модели **Name** *Деятельность компании* и выберите тип модели **Type** *IDEFO*. Нажмите **OK**.

В открывшемся окне **Properties for New Models** (Свойства новой модели) на вкладке **General** (Общие) задайте имя автора (**Author**) и нажмите **OK**. Автоматически создается контекстная диаграмма.

☛ Кнопка **Model Explorer** (путеводитель, "проводник")  включает и выключает инструмент просмотра и навигации **Model Explorer** (появляется слева). **Model Explorer** имеет три вкладки – **Activities** (работы), **Diagrams** и **Objects**. На вкладке **Activities** щелчок правой кнопкой по объекту позволяет редактировать его свойства.

Продолжим описывать модель с помощью команды меню **Model→Model Properties** (Свойства модели). На вкладке **General** задайте имя проекта *Модель деятельности компании* и тип модели **Time Frame** *AS-IS*. На вкладке **Purpose** (Цель) задайте цель **Purpose** *Моделировать текущие (AS-IS) бизнес-процессы компании* и точку зрения **View point** *Директор*. На вкладке **Definition** (Определение) задайте **Definition** *Это учебная модель, описывающая деятельность компании* и **Scope** (область модели) *Общее управление бизнесом компании*. Нажмите **OK**.

Перейдите на контекстную диаграмму и правой кнопкой мыши щелкните по работе (прямоугольнику). В контекстном меню выберите **Name...** В окне **Activity Properties** (Свойства работы) на вкладке **Name** задайте имя работы *Сборка и продажа компьютеров*. На вкладке **Definition** дайте определение работы *Исследование рынка, закупка компонентов, сборка, тестирование и продажа компьютеров*. Закройте окно.

☛ Если текст на диаграммах оказывается нечитаемым, попробуйте явно указать русскоязычный шрифт. Щелкните правой кнопкой мыши на объекте, выберите **Font...** и укажите подходящий шрифт (Arial Cyr, Times New Roman Cyr и др.). Можно изменить шрифты по умолчанию (команда **Model→Default Font...**). При определении шрифтов по умолчанию установите флажок **Change all occurrence soft hisfontin the model** (Заменить этот шрифт во всей модели).

☛ Если имя работы не помещается в прямоугольнике, то для вставки переноса в контекстном меню выберите **Name...** и, щелкнув мышью в нужном месте текста, нажмите клавишу **Enter**.


Создайте четыре стрелки на контекстной диаграмме (рис. 1.5).

Стрелка входа (**Input**) описывает то, что расходуется или преобразовывается функцией (работой). Для стрелки входа задайте **Arrow Name** *Сообщения клиентов, Arrow Definition* *Звонки, заказы, претензии клиентов, e-mail и др.*


Стрелка выхода (**Output**) описывает основной результат деятельности функции, конечный продукт. Для нее задайте **Arrow Name** *Проданные компьютеры*.


Стрелка управления (**Control**) описывает стратегии и процедуры, которыми руководствуется функция. Задайте **Arrow Name** *Правила и процедуры, Arrow Definition* *Правила продаж, инструкции по сборке, тестированию и т. д.*

Стрелка механизм (**Mechanism**) описывает ресурсы, которые используются для выполнения функции. Задайте **Arrow Name** *Программа 1С:Предприятие, Arrow Definition* *Работа с заказами, счетами, со складом и т.д.*

☛ Чтобы создать стрелку на диаграмме, нажмите кнопку **Precedence Arrow Tool** . Подведите курсор к началу будущей стрелки (краю диаграммы или стороне прямоугольника) так, чтобы появился черный прямоугольник или черный треугольник. Щелкните левой

кнопкой мыши и тяните курсор к концу будущей стрелки (краю диаграммы или стороне прямоугольника) до тех пор, пока не появится черный прямоугольник или черный треугольник. Еще раз щелкните левой кнопкой мыши.

☛ Чтобы задать свойства стрелки, щелкните кнопку **Pointer Tool**  (Указатель). Щелкнув правой кнопки по стрелке, откройте окно **Arrow Properties**.


Чтобы добавить текст на диаграмму, нажмите кнопку **Text Tool** . Добавьте в поле диаграммы точку зрения и цель (рис. 1.5).


Для создания отчета по модели выполните команду меню **Tools→Reports→Model Report...** В окне **Model Report** установите все флажки. Для предварительного просмотра отчета служит кнопка **Preview**. Для сохранения отчета – кнопка **Report**.



Рис. 1.5. Контекстная диаграмма

2. Создание диаграммы декомпозиции A0

Для декомпозиции (детализации) контекстной диаграммы нажмите кнопку **Go To Child Diagram**  (Переход на нижний уровень). В окне **Activity Box Count** (рис. 1.6) установите параметр **Number of Activities in this Decomposition** (Число работ на диаграмме нижнего уровня) 2 и нажмите **ОК**.

Автоматически будет создана диаграмма декомпозиции. Добавьте еще одну работу с помощью кнопки **Activity Box Tool** .

☛ Если необходимо удалить работу, то выделите ее, щелкнув по ней левой кнопкой мыши, а затем выполните команду меню **Edit→Cut/Delete** или просто нажмите клавишу **Delete**.

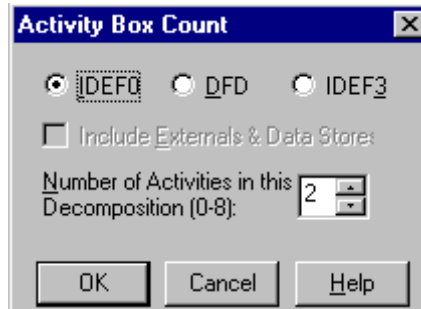


Рис. 1.6. Окно Activity Box Count



Правой кнопкой мыши щелкните по соответствующей работе, выберите **Name** и внесите имя работы и определение согласно табл. 1.1

Таблица 1.1

Работы диаграммы декомпозиции A0

Activity Name	Definition
Продажи и маркетинг	Телемаркетинг и презентации, выставки
Сборка и тестирование компьютеров	Сборка и тестирование настольных компьютеров
Отгрузка и получение	Отгрузка заказов клиентам и получение компонентов от поставщиков

Для изменения свойств работ после их внесения в диаграмму можно воспользоваться словарем работ (команда меню **Dictionary→Activity...**). Измените для работы *Отгрузка и получение* статус *Working* на *Draft*.

Если описать имя и свойства работы в словаре, ее можно будет внести в диаграмму позже с помощью кнопки **Activity Box Tool** . Невозможно удалить работу из словаря, если она используется на какой-либо диаграмме. Если работа удаляется из диаграммы, из словаря она не удаляется. Для удаления всех имен работ, не используемых в модели, служит кнопка **Purge**  (Чистка).

Измените граничные стрелки на диаграмме декомпозиции согласно рис. 1.7.

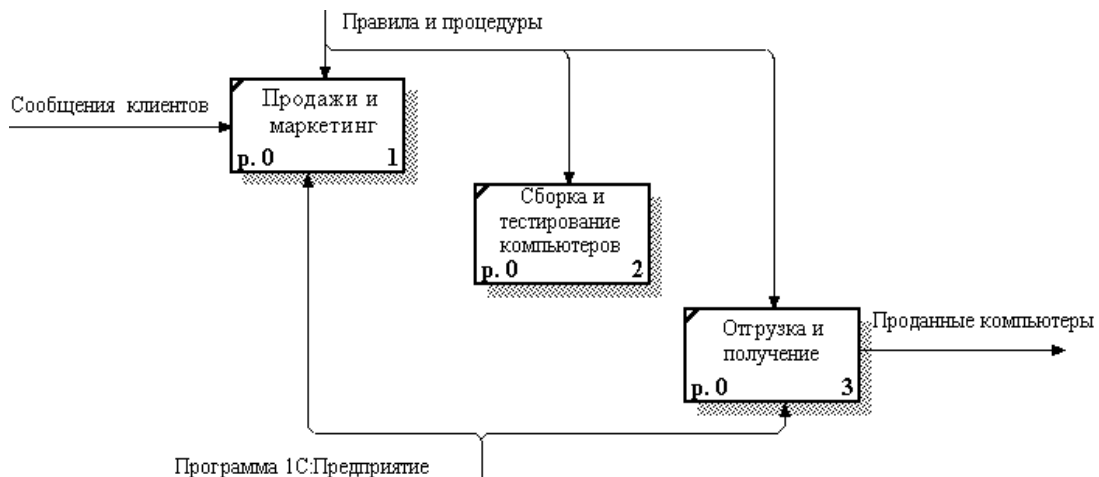




Рис. 1.7. Связанные граничные стрелки на диаграмме декомпозиции A0

☛ Чтобы изменить стрелку на диаграмме, декомпозиции нажмите кнопку **Pointer Tool** . Для изменения стрелки просто захватите ее конец, указав на него мышью и щелкнув левой кнопкой, а затем перемещайте мышью туда, куда Вы хотите подсоединить стрелку и щелкните снова левой кнопкой мыши.

☛ Для рисования сливающихся и разветвляющихся стрелок нажмите кнопку **Precedence Arrow Tool** . Стрелки, которые разветвляются и сливаются, чертятся подобно неразветвляющимся стрелкам. Единственное различие – то, что источник (разветвление) и/или место назначения (слияние) для разветвляющейся стрелки – стрелка.

Правой кнопкой мыши щелкните по ветви стрелки управления работы «Сборка и тестирование компьютеров» и переименуйте ее в «Правила сборки и тестирования». Внесите определение для новой ветви: «Инструкции по сборке, процедуры тестирования и т. д.»

Переименуйте стрелку механизма работы «Продажи и маркетинг» в «Система оформления заказов».

Альтернативный метод внесения имен и свойств стрелок – использование словаря стрелок (команда меню **Dictionary** → **Arrow**). Если внести имя и свойства стрелки в словарь, ее можно будет внести в диаграмму позже. Стрелку нельзя удалить из словаря, если она используется на какой-либо диаграмме. Если удалить стрелку из диаграммы, из словаря она не удаляется. Имя и описание такой стрелки

может быть использовано в дальнейшем. С помощью словаря стрелок задайте стрелку *Заказы клиентов*.

С помощью кнопки **Precedence Arrow Tool** → создайте новые внутренние стрелки (*Заказы клиентов* и *Собранные компьютеры*) так, как показано на рис. 1.8.

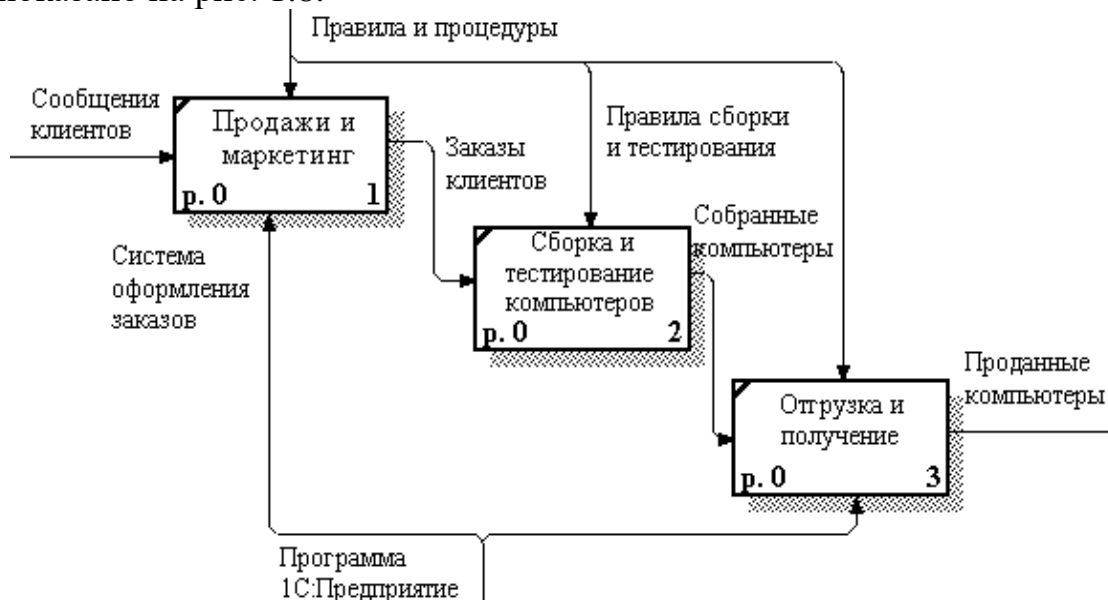


Рис. 1.8. Внутренние стрелки диаграммы декомпозиции A0

Создайте стрелку обратной связи по управлению *Результаты сборки и тестирования*, идущую от работы *Сборка и тестирование компьютеров* к работе *Продажи и маркетинг*. С помощью контекстного меню измените толщину стрелки (**Style...→Thickness**) и установите опцию **Extra Arrow head** (Дополнительный наконечник). Перенесите имена стрелок так, чтобы их было удобнее читать. Если необходимо, задайте для стрелки из контекстного меню опцию **Squiggle** (Ломаная линия). Результат изменений показан на рис. 1.9.

Создайте новую граничную стрелку выхода *Маркетинговые материалы*, выходящую из работы *Продажи и маркетинг*. Эта стрелка имеет квадратные скобки на наконечнике. Она не может автоматически попасть на диаграмму верхнего уровня. Чтобы это сделать, щелкните правой кнопкой мыши по квадратным скобкам и выберите пункт меню **Arrow Tunnel** (Туннельная стрелка). В окне **Border Arrow Editor** (Редактор граничных стрелок) выберите переключатель **Resolveit to Border Arrow** (Разрешить как граничную). Обратите внимание, что на

контекстной диаграмме появилась новая граничная стрелка выхода *Маркетинговые материалы*.

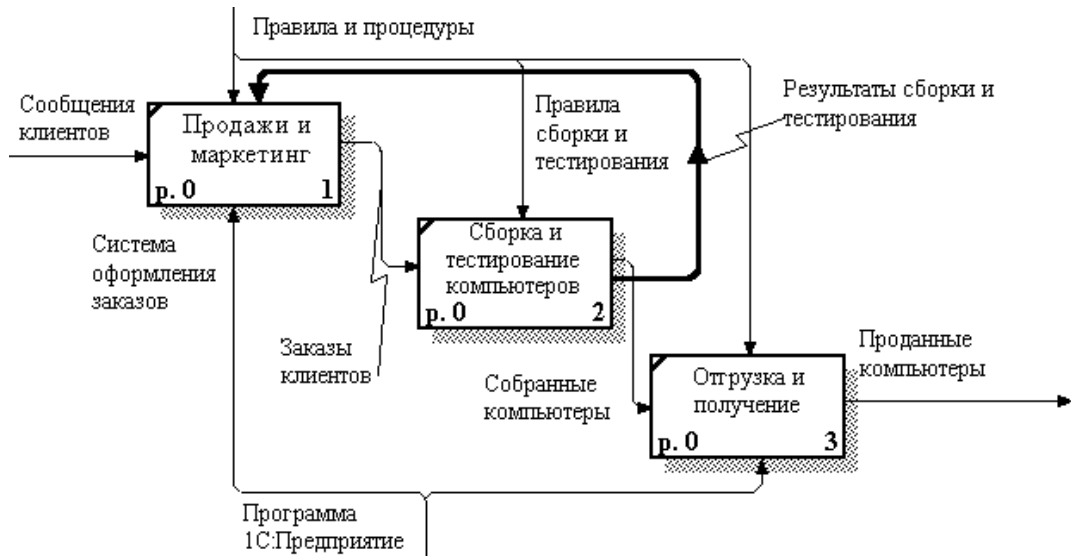


Рис. 1.9. Результат редактирования стрелок на диаграмме декомпозиции A0

Чтобы уменьшить длину стрелки *Маркетинговые материалы*, подведите курсор к месту обреза и из контекстного меню задайте опцию **Trim** (Подрезать). Результат выполнения упражнения показан на рис. 1.10.

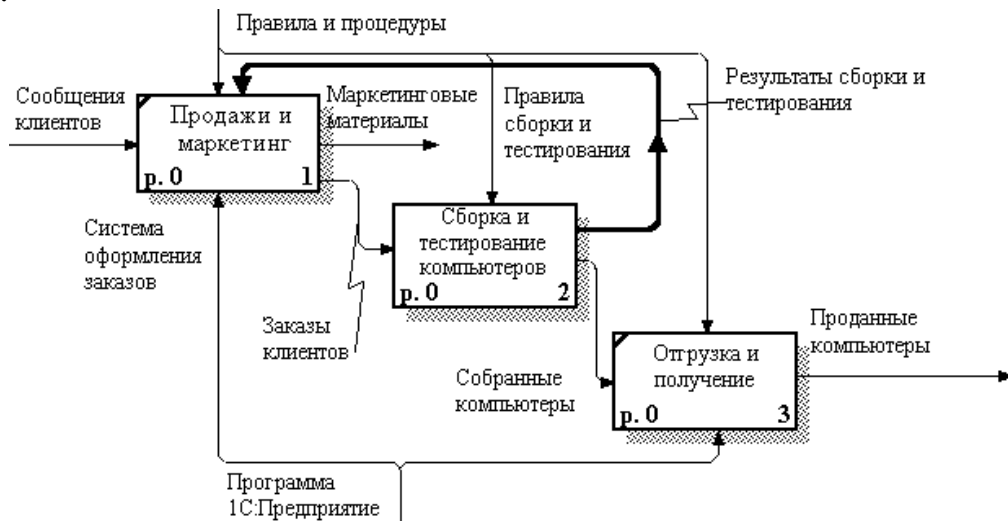


Рис. 1.10. Разработанная диаграмма декомпозиции A0

3. Создание диаграммы декомпозиции A2

Декомпозируем работу «Сборка и тестирование компьютеров». Для этого выделите ее и нажмите кнопку **Go To Child Diagram** и установите параметр **Number of Activities in this Decomposition 3**.

Создайте диаграмму декомпозиции работы «Сборка и тестирование компьютеров» согласно рис 1.11.

4. Создание FEO диаграммы

Диаграммы **FEO** (For Exposition Only – только для экспозиции) часто включаются в модели, чтобы иллюстрировать другие точки зрения или детали, явно не поддерживаемые стандартным синтаксисом моделирования IDEF0. В диаграммах FEO допускается дублирование работ, разрешается граничным стрелкам быть туннельными/нетуннельными и т.д. Диаграммы FEO можно использовать как черновики при разработке новой модели, чтобы не портить разработанную ранее диаграмму декомпозиции.

Создайте FEO-диаграмму работы «Сборка и тестирование компьютеров» (команда меню **Diagram→Add FEO Diagram...**). В окне **Add New FEO Diagram** задайте **Name of new diagram** (Имя диаграммы) *FEO-диаграмма сборки и тестирования*, установите переключатель **Decomposition diagram** (Диаграмма декомпозиции) и укажите **Source Diagram Name** (Источник диаграммы FEO) *A2: Сборка и тестирование компьютеров*. В результате будет создана копия диаграммы «A2: Сборка и тестирование компьютеров», но с обозначением A2F.

Самостоятельно создайте FEO-диаграмму для контекстной диаграммы *A-0: Сборка и продажа компьютеров* (**Name of new diagram Контекстная FEO-диаграмма**, переключатель **Context Diagram**) и FEO-диаграмму для диаграммы декомпозиции *A0: Сборка и продажа компьютеров* (**Name of new diagram FEO-диаграмма сборки и продажи компьютеров**, переключатель **Decomposition Diagram**).

Перейдите к FEO-диаграмме «Сборка и тестирование компьютеров» (используйте окно **Model Explorer**, вкладка **Diagrams**). Для изменения свойств диаграммы выполните команду меню **Diagram→Diagram Properties**. На вкладке **Status** установите переключатель **DRAFT** (Черновик). На вкладке **Diagram Text** внесите определение *FEO-диаграмма для реинжиниринга*. Нажмите **OK**.

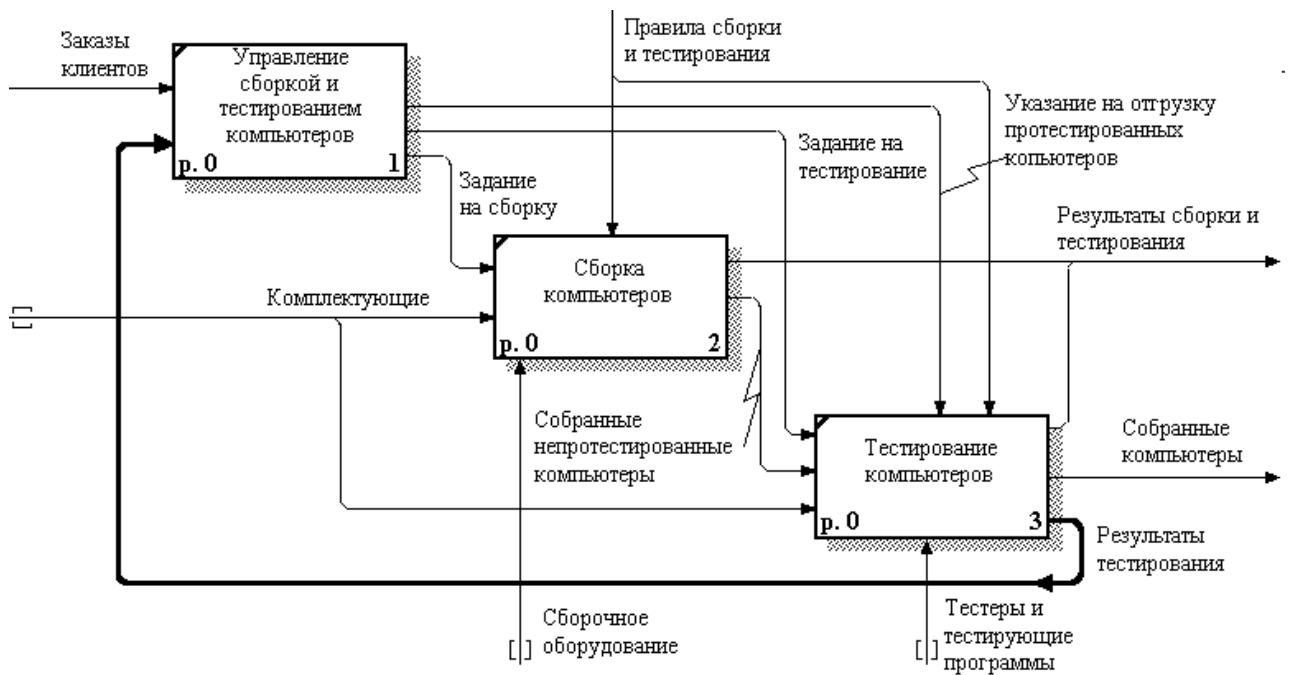


Рис. 1.11. Диаграмма декомпозиции работы «Сборка и тестирование компьютеров»

На данную FEO-диаграмму добавьте общую граничную стрелку механизма для всех работ. Задайте имя стрелки *Программа диспетчеризации*.

5. Создание дерева узлов

Дерево узлов (**Node Tree**) – это упрощенный вид модели **BPwin**, который показывает иерархию диаграмм, но не стрелки. Этот упрощенный вид полезен в тех случаях, когда вы не хотите видеть детали диаграмм, так что вы можете сконцентрироваться на функциональной иерархии (рис. 1.12).

Для создания дерева узлов выполните команду меню **Diagram→Add Node Tree...** В первом окне мастера создания дерева узлов задайте **Node Tree Name** (Имя дерева узлов) *Сборка и продажа компьютеров*, **Top level activity** (Работа верхнего уровня) *A0: Сборка и продажа компьютеров*, **Number of levels** (Количество уровней) *3*. Нажмите кнопку **Далее**. Во втором окне нажмите кнопку **Готово**.

Самостоятельно создайте еще два дерева узлов, варьируя параметры **Top level activity**, **Number of levels**, **Box Size** (Размеры

прямоугольников) и **Connection Style** (Стиль соединительных линий).

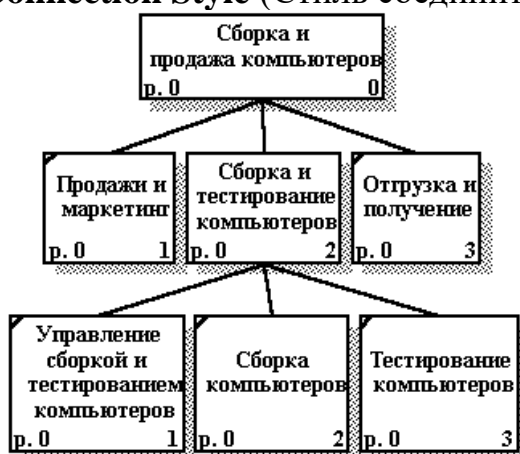



Рис. 1.12. Дерево узлов «Сборка и продажа компьютеров»

Для перехода между стандартными диаграммами, деревом узлов и FEO используется кнопка **Go to Sibling Diagram** (Переход к другой диаграмме) .

6. Расщепление и слияние моделей

Расщепление модели

Перейдите на диаграмму A0. Правой кнопкой мыши щелкните по работе «Сборка и тестирование компьютеров» и выберите **Split Model...** (Расщепить модель). В окне **Split Options** задайте **Name for new model** (Имя новой модели) *Сборка и тестирование компьютеров*, установите переключатель **Copy entire dictionaries** (Копировать все словари) и щелкните по **ОК**.

В результате в **Model Explorer** появилась новая модель, а на диаграмме A0 модели «Деятельность компании» появилась стрелка вызова «Сборка и тестирование компьютеров». Сохраните каждую из созданных моделей в отдельном файле, предварительно щелкнув по нужной модели (команда меню **File**→**Save As...**).

Завершите работу с программой **BPwin**. Теперь у вас есть две модели, хранящиеся в отдельных файлах, и которые можно передать для анализа экспертам в соответствующей предметной области.

Откройте сохраненную отдельно модель «Сборка и тестирование компьютеров». Добавьте новую стрелку выхода «Неисправные компоненты». На диаграмме A-0 это будет граничная стрелка выхода. На диаграмме A0 это будет граничная стрелка выхода от работ «Сборка

компьютеров» и «Тестирование компьютеров».

Слияние модели

Откройте сохраненную отдельно модель «Деятельность компании», чтобы в окне **Model Explorer** можно было видеть обе модели. Перейдите на диаграмму A0 модели «Деятельность компании». Правой кнопкой мыши щелкните по работе «Сборка и тестирование компьютеров» и выберите **Merge Model...** (Слияние модели). В окне **Continue with merge?** (Продолжить слияние?) включите опцию **Cut/Paste entire dictionaries** (Объединить словари) и щелкните по **ОК**.

В результате в **Model Explorer** видно, что две модели слились. Модель «Сборка и тестирование компьютеров» осталась и может быть сохранена в отдельном файле. На диаграмме A0 модели «Деятельность компании» исчезла стрелка вызова «Сборка и тестирование компьютеров». Появилась неразрешенная граничная стрелка «Неисправные компоненты». Направьте эту стрелку к входу работы «Отгрузка и получение» (рис. 1.13).

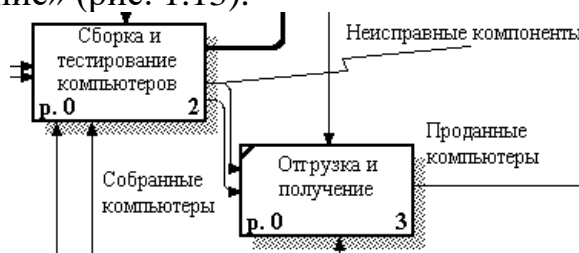


Рис. 1.13. Результат слияния и корректировки диаграммы A0 (фрагмент диаграммы)

7. Стоимостный анализ (Activity Based Costing)

Выполните команду меню **Model→Model Properties...**На вкладке **ABC Units** задайте единицы измерения денег (**Symbol p.**, **Symbol placement 1 руб.** и **Number of decimal in diagrams (reports) 0**) и времени (**Time Unit Days** и **Decimal in frequency (duration) values 0**). Для отображения данных стоимостного анализа каждой работы в нижнем левом углу прямоугольника на вкладке **Display** включите флажок **ABC Data**. На этой же вкладке можно выбрать, что будет отображаться – **Cost** (Стоимость), **Frequency** (Частота) или **Duration** (Продолжительность) работы. Нажмите **ОК**.

Выполните команду меню **Dictionary→Cost Center...** и в окне **Cost Center Dictionary** внесите **Name** (Названия) и **Definition** (Определения)

центров затрат (табл. 1.2). Внеся описания центров затрат, закройте окно кнопкой **✕**.

Таблица 1.2

Центры затрат ABC

Name	Definition
<i>Управление</i>	<i>Затраты на управление, связанные с планированием работ, контролем за сборкой и тестированием</i>
<i>Рабочая сила</i>	<i>Затраты на оплату</i>
<i>Компоненты</i>	<i>Затраты на закупку компонентов</i>

Чтобы задать данные о затратах для работы **Продажи и маркетинг**, щелкните правой кнопкой мыши по этой работе и выберите **Costs...** В окне **Activities Properties** на вкладке **Costs** задайте данные о стоимости этой работы согласно таблице 1.3. Аналогично задайте данные о затратах для других работ.

В результате на диаграмме для каждой работы будет рассчитана стоимость работы. На контекстной диаграмме приведена общая сумма затрат 435 250 руб.

Чтобы создать отчет о затрат на каждую работу выполните команду **Tools→Reports→Activity Cost Report...** Задайте данные согласно рис. 1.14.

Таблица 1.3

Стоимости работ за месяц

№	Activity Name (Имя работы)	Cost Center	Cost, руб.	Duration, день	Frequency
1	Продажи и маркетинг	Управление	1200	1	20
2	Отгрузка и получение	Управление	300	1	15
		Рабочая сила	250		
2	Управление сборкой и	Управление	800	1	25
4	Сборка компьютеров	Рабочая сила	2400	1	20
		Компоненты	16000		
5	Тестирование	Рабочая сила	1500	1	10

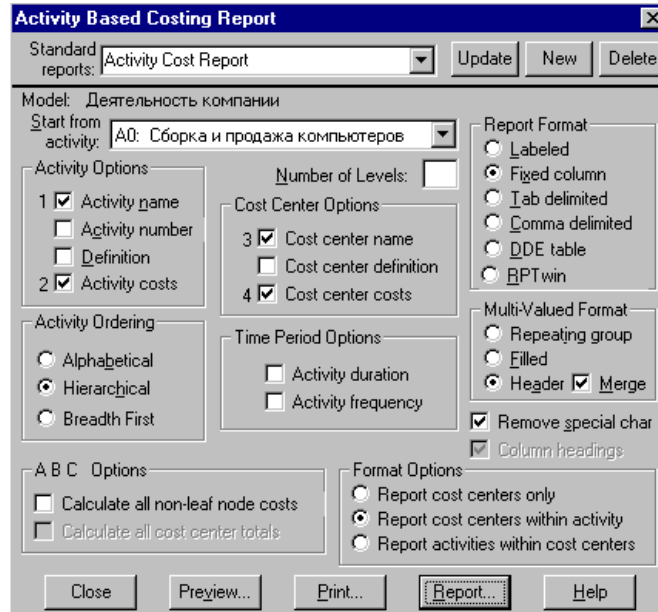


Рис. 1.14. Окно Activity Based Costing Report

Просмотрите отчет (кнопка **Preview**), сохраните отчет в виде текстового файла с расширением *.txt (кнопка **Report**).

Создайте другой отчет, изменив состав и последовательность включенных флажков в окне **Activity Cost Report**.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ:

1. Разработать функциональную модель программы по учету покупок ювелирного магазина.

2. Разработать функциональную модель программы по учету жилищного фонда.

3. Разработать функциональную модель программы по учету стройматериалов.

4. Разработать функциональную модель программы по расчету сырья промышленного предприятия (поставщики, тип сырья, закупка, фирма-перевозчик) Программа должна обеспечивать расчет суммы, необходимой для закупки сырья.

5. Разработать функциональную модель программы по расчету прибыли от выполняемых работ по ремонту офисов многофилиального концерна. Программа должна обеспечивать расчет прибыли с учетом налоговых выплат.

6. Разработать функциональную модель программы по расчету себестоимости изделия. Программа должна обеспечивать вывод списка деталей, используемых в данном изделии в виде таблицы, отсортированной по стоимости и расчет суммарной стоимости всех деталей, используемых в данном изделии.

7. Разработать функциональную модель программы по определению затрат рабочего времени на выполнения строительных работ.

8. Разработать функциональную модель программы по определению величины таможенных сборов на базе контрактов коммерческой фирмы.

9. Разработать функциональную модель программы по сбору и продаже компьютеров.

10. Разработать функциональную модель программы по оценке конкурентоспособности продукции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ЗАДАЧА 1. ПРОСТАЯ ЗАДАЧА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТКА ИНФОРМАЦИИ

Цель: познакомиться с задачами принятия решений в условиях недостатка информации и неопределенности.

Краткие теоретические сведения

В зависимости от отношения к риску решение задачи может выполняться с позиций «объективистов» и «субъективистов». Пусть предлагается лотерея: за 30 рублей (стоимость лотерейного билета) игрок с равной вероятностью $p = 0,5$ может ничего не выиграть или выиграть 100 руб. Один индивид пожалеет 30 рублей за право участия в такой лотерее, т.е. просто не купит лотерейный билет, другой готов заплатить за лотерейный билет 50 рублей, а третий заплатит даже 60 рублей за возможность получить 100 руб. (например, когда ситуация складывается так, что, только имея 100 рублей, игрок может достичь своей цели, поэтому возможная потеря последних денежных средств, а у него их ровно 60 рублей, не меняет для него ситуации).

Безусловным денежным эквивалентом (БДЭ) игры называется максимальная сумма денег, которую игрок готов заплатить за участие в

игре (лотерее), или та максимальная сумма денег, за которую он готов отказаться от игры. Каждый индивид имеет свой БДЭ.

Ожидаемая денежная оценка (ОДО), т.е. средний выигрыш в игре, рассчитывается как сумма произведений размеров выигрышей на вероятности этих выигрышей. Например, для нашей лотереи $ОДО=0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 100=50$ рублей.

Игрока, для которого БДЭ совпадает с ОДО игры, условно называют *объективистом*. Игрока, для которого $БДЭ \neq ОДО$, – *субъективистом*. Если субъективист склонен к риску, то его $БДЭ > ОДО$. Если не склонен, то $БДЭ < ОДО$.

Процесс принятия решений с помощью дерева решений в общем случае предполагает выполнение следующих пяти этапов.

Этап 1. *Формулирование задачи.* Прежде всего, необходимо отбросить не относящиеся к проблеме факторы, а среди множества оставшихся выделить существенные и несущественные. Это позволит привести описание задачи принятия решения к поддающейся анализу форме. Должны быть выполнены следующие основные процедуры: определение возможностей сбора информации для экспериментирования и реальных действий; составление перечня событий, которые с определенной вероятностью могут произойти; установление временного порядка расположения событий, в исходах которых содержится полезная и доступная информация, и тех последовательных действий, которые можно предпринять.

Этап 2. *Построение дерева решений.*

Этап 3. *Оценка вероятностей состояний среды*, т.е. сопоставление шансов возникновения каждого конкретного события. Следует отметить, что указанные вероятности определяются либо на основании имеющейся статистики, либо экспертным путем.

Этап 4. *Установление выигрышей (или проигрышей как выигрышей со знаком минус) для каждой возможной комбинации альтернатив (действий) и состояний среды.*

Этап 5. *Решение задачи.*

Пример.

Предположим, что решения принимаются с позиции объективиста. Руководство некоторой компании решает, какую новую продукцию им производить: декоративную косметику, лечебную косметику, бытовую химию. Размер выигрыша, который компания может получить, зависит

от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка (таблица 2.1):

Таблица 2.1

Исходные данные

Номер стратегии	Действия компании	Выигрыш, при состоянии экономической среды, руб.	
		Благоприятном	Неблагоприятном
1	Декоративная косметика (a_1)	300 000	-150 000
2	Лечебная косметика (a_2)	250 000	-70 000
3	Бытовая химия (a_3)	100 000	-10 000
Вероятность благоприятного и неблагоприятного состояний экономической среды равна 0,5.			

На основе табл. 2.1 выигрышей (потерь) можно построить дерево решений (рис. 2.1, 2.2). Обозначения – □ решение (решение принимает игрок); – * случай (решение «принимает» случай); // – отвергнутое решение.

Процедура принятия решения заключается в вычислении для каждой вершины дерева (при движении справа налево) ожидаемых денежных оценок, в отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение ОДО.



Рис. 2.1. Дерево решений
без дополнительного обследования конъюнктуры рынка

Определим средний ожидаемый выигрыш:

- для вершины 1 $ОДО_1=0,5 \cdot 300\ 000+0,5 \cdot (-150\ 000)=75\ 000$ руб.;
- для вершины 2 $ОДО_2=0,5 \cdot 250\ 000+0,5 \cdot (-70\ 000)=90\ 000$ руб.;
- для вершины 3 $ОДО_3=0,5 \cdot 100\ 000+0,5 \cdot (-10\ 000)=45\ 000$ руб.

Вывод. Наиболее целесообразно выбрать стратегию a_2 , т.е. выпускать лечебную косметику, а ветви (стратегии) a_1 и a_3 дерева решений можно отбросить. ОДО наилучшего решения равна 90 000 руб.



Рис. 2.2. Итоговое дерево решений

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ:

Решите задачу согласно вашему варианту, используя метод дерева решений.

Вариант 1

Директор лицея, обучение в котором осуществляется на платной основе, решает, следует ли расширить здание лицея на 250 мест, на 50 мест или не проводить строительных работ вообще. Если население небольшого города, в котором организован платный лицей, будет расти, то большая реконструкция могла бы принести прибыль 250 тыс. рублей

в год, незначительное расширение учебных помещений могло бы приносить 90 тыс. рублей прибыли. Если население города увеличиваться не будет, то крупное расширение обойдется лицом в 120 тыс. рублей убытка, а малое – 45 тыс. рублей. Однако информация о том, как будет изменяться население города, отсутствует. Постройте дерево решений и определите лучшую альтернативу.

Вариант 2

При крупном автомобильном магазине планируется открыть мастерскую по предпродажному обслуживанию и гарантийному ремонту автомобилей. Если рынок будет благоприятным, то большая мастерская принесет прибыль в 60 тыс. рублей, а маленькая – 30 тыс. рублей. При неблагоприятном рынке магазин потеряет 65 тыс. рублей, если будет открыта большая мастерская, и 30 тыс. рублей – если откроется маленькая. Не имея дополнительной информации, директор оценивает вероятность благоприятного рынка 0,6. Постройте дерево решений и определите, какую мастерскую следует открыть при магазине: большую или маленькую? Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 3

Фирма, производящая вычислительную технику, провела анализ рынка нового высокопроизводительного персонального компьютера. Если будет выпущена крупная партия компьютеров, то при благоприятном рынке прибыль составит 250 тыс. рублей, а при неблагоприятных условиях фирма понесет убытки в 185 тыс. рублей. Небольшая партия техники в случае ее успешной реализации принесет фирме 50 тыс. рублей прибыли и 10 тыс. рублей убытков – при неблагоприятных условиях. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов фирма оценивает одинаково. Используйте дерево решений, для того чтобы помочь фирме выбрать правильную технико-экономическую стратегию. Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 4

В консалтинговую фирму «ВИЕРИ» обратился клиент с просьбой

рассмотреть варианты инвестирования. В результате маркетингового исследования в табл. 3.2 были предложены 3 варианта (А, В, С).

Размер выигрыша, который инвестор может получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка (таблица 2.2):

Таблица 2.2

Исходные данные

Номер варианта	Проект	Выигрыш, при состоянии экономической среды, руб.	
		благоприятном	неблагоприятном
1	А	200 000	100 000
2	В	300 000	100 000
3	С	270 000	80 000

Вероятность благоприятного исхода проекта А=0,6; проекта В=0,4; проекта С=0,5.

Используйте дерево решений, для того чтобы помочь инвестору выбрать правильный проект. Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 5

Компания «Буренка» изучает возможность производства и сбыта навесов для хранения кормов. Этот проект может основываться на большой или малой производственной базе. Рынок для реализации продукта (навесов) может быть благоприятным или неблагоприятным. Василий Бычков – менеджер компании, естественно, учитывает возможность вообще не производить эти навесы. При благоприятной рыночной ситуации большое производство позволило бы Бычкову получить чистую прибыль 200 млн рублей. Если рынок окажется неблагоприятным, то при большом производстве он понесет убытки в размере 180 млн рублей. Малое производство дает 100 млн рублей прибыли при благоприятной рыночной ситуации и 20 млн рублей убытков при неблагоприятной. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов оценивается одинаково.

Используйте дерево решений, для того чтобы помочь Бычкову выбрать правильный проект. Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 6

Тамара Пончик предполагает построить ресторан недалеко от университетского общежития. Один из возможных вариантов – предусмотреть в нем пивной бар. Другой вариант не связан с продажей пива. В обоих случаях Тамара оценивает свои шансы на успех как 0,6 и на неудачу как 0,4. Предварительные обсуждения показывают, что план, связанный с продажей пива, может принести 325 тыс. рублей. Без продажи пива можно заработать 250 тыс. рублей. Потери в случае открытия ресторана с баром составят 70 тыс. рублей, в случае ресторана без бара 20 тыс. рублей. Выберите альтернативу для Тамары Пончик. Следует ли реализовать план, предусматривающий продажу пива?

Вариант 7

«Фото КОЛОР» – небольшой производитель химических реактивов и оборудования, которые используются некоторыми фотостудиями при изготовлении 35-мм фильмов. Один из продуктов, который предлагает «Фото КОЛОР» – фиксаж ВС-6. Адам Полутонов, президент «Фото КОЛОР», продает в течение недели 11, 12 или 13 ящиков ВС-6. От продажи каждого ящика фирма получает 35 тыс. рублей прибыли. ВС-6, как и многие фотографические реактивы, имеет очень малый срок годности. Поэтому, если ящик не продан к концу недели, Адам должен его уничтожить. Так как каждый ящик обходится фирме в 56 тыс. рублей, он теряет эту сумму в случае, если ящик не продан к концу недели. Вероятности продать 11, 12 или 13 ящиков в течение недели равны соответственно 0,45; 0,35 и 0,2.

Сколько ящиков закупать фирме для продажи еженедельно?

Вариант 8

Дмитрий Мухин не знает, что ему предпринять. Он может открыть в своем магазине большую секцию проката видеокассет или маленькую секцию. Он не может получить дополнительную информацию о том, будет рынок видеопроката благоприятным или нет.

Если рынок будет благоприятным, то большая секция проката принесет прибыль 15 млн рублей, а маленькая – 5 млн рублей. В случае неблагоприятного рынка Мухин потеряет 20 млн рублей, если он откроет большую секцию, и 10 млн рублей – если маленькую. Не имея

дополнительной информации, Дмитрий оценивает вероятность благоприятного рынка как 0,7.

Следует ли открыть большую секцию?

Какова ожидаемая стоимостная ценность наилучшего решения?

Вариант 9

Павел Спицын провел анализ, связанный с открытием магазина велосипедов. Если он откроет большой магазин, то при благоприятном рынке получит 60 млн рублей, при неблагоприятном же рынке понесет убытки 40 млн рублей. Маленький магазин принесет ему 30 млн рублей прибыли при благоприятном рынке и 10 млн рублей убытков при неблагоприятном. Возможность благоприятного и неблагоприятного рынков он оценивает одинаково. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь Павлу принять решение.

Следует ли открыть большой магазин? Какова ожидаемая стоимостная ценность наилучшего решения?

Вариант 10

Молодой российский бизнесмен предполагает построить ночную дискотеку неподалеку от университета. По одному из допустимых проектов предприниматель может в дневное время открыть в здании дискотеки столовую для студентов. Другой вариант не связан с дневным обслуживанием клиентов. Представленные бизнес-планы показывают, что план, связанный со столовой, может принести доход в 250 тыс. рублей. Без открытия столовой бизнесмен может заработать 175 тыс. рублей. Потери в случае открытия дискотеки со столовой составят 55 тыс. рублей, а без столовой – 20 тыс. рублей. Определите наиболее эффективную альтернативу на основе средней стоимостной ценности в качестве критерия. Вероятность наступления благоприятного состояния равна 0,5; неблагоприятного – 0,5.

ЗАДАЧА 2. УСЛОЖНЕННАЯ ЗАДАЧА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Пример.

Усложним рассмотренную выше задачу.

Пусть перед тем, как принимать решение о виде продукции, руководство компании должно определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка или нет, причем предоставляемая услуга обойдется компании в 15 000 рублей. Руководство понимает, что дополнительное исследование по-прежнему не способно дать точной информации, но оно поможет уточнить ожидаемые оценки конъюнктуры рынка, изменив тем самым значения вероятностей.

Относительно фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Исходные данные

Прогноз фирмы	Фактически	
	благоприятный	неблагоприятный
Благоприятный	0,78	0,22
Неблагоприятный	0,27	0,73

Например, когда фирма утверждает, что рынок благоприятный, то с вероятностью 0,78 этот прогноз оправдывается (с вероятностью 0,22 могут возникнуть неблагоприятные условия), прогноз о неблагоприятности рынка оправдывается с вероятностью 0,73.

Предположим, что фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,4;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,6.

На основании дополнительных сведений можно построить новое дерево решений (рис. 2.3), где развитие событий происходит от корня дерева к исходам, а расчет прибыли выполняется от конечных состояний к начальным.

Определим средний ожидаемый выигрыш:

- для вершины 4 $ОД_4 = 0,78 \cdot 300\ 000 + 0,22 \cdot (-150\ 000) = 201\ 000$ руб.;
- для вершины 5 $ОД_5 = 0,78 \cdot 250\ 000 + 0,22 \cdot (-70\ 000) = 179\ 600$ руб.;
- для вершины 6 $ОД_6 = 0,78 \cdot 100\ 000 + 0,22 \cdot (-10\ 000) = 75\ 800$ руб.;

- для вершины 7 $ОДО_7=0,27 \cdot 300\,000+0,73 \cdot (-150\,000)=-28\,500$ руб.;

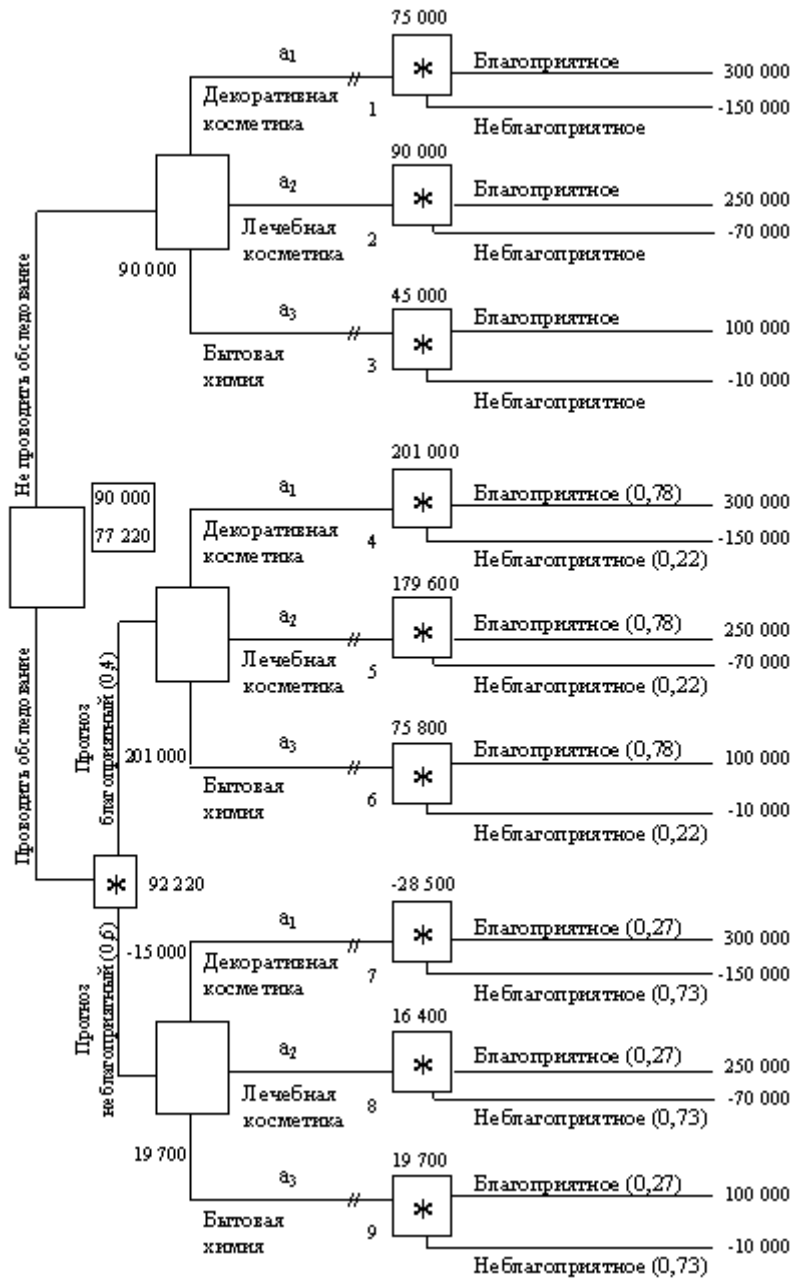


Рис. 2.3. Дерево решений при дополнительном обследовании рынка

- для вершины 8 $ОДО_8=0,27 \cdot 250\,000+0,73 \cdot (-70\,000)=16\,400$ руб.;
- для вершины 9 $ОДО_9=0,27 \cdot 100\,000+0,73 \cdot (-10\,000)=19\,700$ руб.;
- для вершины 10 $ОДО_{10}=0,4 \cdot 201\,000+0,6 \cdot 19\,700=92\,220$ руб.

Ответ корня: $92\ 220 - 15000 = 77220$ руб.

Выводы:

- Необходимо проводить дополнительно исследование конъюнктуры рынка, поскольку это позволяет существенно уточнить принимаемое решение;
- если фирма прогнозирует благоприятную ситуацию на рынке, то целесообразно производить декоративную косметику (ожидаемая максимальная прибыль 201 000 рублей), если прогноз неблагоприятный – бытовую химию (ожидаемая максимальная прибыль 19 700 рублей).

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ:

Решить задачу согласно вашему варианту, используя метод дерева решений.

Вариант 1

Директор лицея, обучение в котором осуществляется на платной основе, решает, следует ли расширять здание лицея на 250 мест, на 50 мест или не проводить строительных работ вообще. Если население небольшого города, в котором организован платный лицей, будет расти, то большая реконструкция могла бы принести прибыль 250 тыс. руб. в год, незначительное расширение учебных помещений могло бы приносить 90 тыс. руб. прибыли. Если население города увеличиваться не будет, то крупное расширение обойдется лицеем в 120 тыс. руб. убытка, а малое – 45 тыс. руб.

Государственная статистическая служба предоставила информацию об изменении численности населения: вероятность роста численности населения составляет 0,7; вероятность того, что численность населения останется неизменной или будет уменьшаться, равна 0,3. Определите наилучшее решение. Чему равно значение ОДО для наилучшей альтернативы?

Вариант 2

При крупном автомобильном магазине планируется открыть мастерскую по предпродажному обслуживанию и гарантийному ремонту автомобилей. Консультационная фирма готова предоставить

дополнительную информацию о том, будет ли рынок благоприятным или нет. Эти сведения обойдутся магазину в 13 000 рублей. Администрация магазина считает, что эта информация гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,5. Если рынок будет благоприятным, то большая мастерская принесет прибыль в 60 тыс. руб., а маленькая – 30 тыс. руб. При неблагоприятном рынке магазин потеряет 65 тыс. руб., если будет открыта большая мастерская, и 30 тыс. руб. – если откроется маленькая. Не имея дополнительной информации, директор оценивает вероятность благоприятного рынка 0,6. Положительный результат обследования гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,8. При отрицательном результате рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,3. Постройте дерево решений и определите:

Следует ли заказать консультационной фирме дополнительную информацию, уточняющую конъюнктуру рынка?

Какую мастерскую следует открыть при магазине: большую или маленькую?

Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 3

Фирма, производящая вычислительную технику, провела анализ рынка нового высокопроизводительного персонального компьютера. Если будет выпущена крупная партия компьютеров, то при благоприятном рынке прибыль составит 250 тыс. руб., а при неблагоприятных условиях фирма понесет убытки в 185 тыс. руб. Небольшая партия техники в случае ее успешной реализации принесет фирме 50 тыс. руб. прибыли и 10 тыс. руб. убытков – при неблагоприятных условиях. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов фирма оценивает одинаково. Исследование рынка, которое провел эксперт, обошлось фирме в 15 тыс. руб. Эксперт считает, что с вероятностью 0,6 рынок окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении благоприятные условия ожидаются лишь с вероятностью 0,8. При отрицательном заключении с вероятностью 0,15 рынок также может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений, для того чтобы помочь фирме выбрать правильную технико-экономическую стратегию. Ответьте на следующие

вопросы:

Следует ли заказывать эксперту дополнительное обследование рынка?
Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 4

В консалтинговую фирму «ВИЕРИ» обратился клиент с просьбой рассмотреть варианты инвестирования. В результате маркетингового исследования в табл. 2.4 были предложены 3 варианта (А, В, С).

Размер выигрыша, который инвестор может получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка:

Таблица 2.4

Исходные данные

Номер варианта	Проект	Выигрыш, при состоянии экономической среды, руб.	
		благоприятном	неблагоприятном
1	А	200 000	100 000
2	В	300 000	100 000
3	С	270 000	80 000

Вероятность благоприятного исхода экономической среды – 0,6; неблагоприятного – 0,4.

Пусть перед тем, как принимать решение, инвестор может заказать дополнительное исследование состояния рынка, причем предоставляемая услуга обойдется в 5000 рублей. Относительно фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Исходные данные

Прогноз фирмы	Фактически	
	благоприятный	неблагоприятный
Благоприятный	0,65	0,35
Неблагоприятный	0,25	0,75

Предположим, что фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,55;

- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,45.

Вариант 5

Компания «Буренка» изучает возможность производства и сбыта навесов для хранения кормов. Этот проект может основываться на большой или малой производственной базе. Рынок для реализации продукта – навесов – может быть благоприятным или неблагоприятным. Василий Бычков – менеджер компании, естественно, учитывает возможность вообще не производить эти навесы. При благоприятной рыночной ситуации большое производство позволило бы Бычкову получить чистую прибыль 200 млн рублей.

Если рынок окажется неблагоприятным, то при большом производстве он понесет убытки в размере 180 млн рублей. Малое производство дает 100 млн рублей прибыли при благоприятной рыночной ситуации и 20 млн рублей убытков при неблагоприятной.

Прежде чем создать новое производство Бычков намеревается заказать исследование рынка и заплатить за него 10 млн рублей. Результаты этого исследования могли бы помочь решить вопрос о том, следует ли создавать большое производство, малое производство или не делать ничего. Бычков понимает, что такое обследование рынка не может дать достоверную информацию, но может тем не менее оказаться полезным. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Исходные данные

Прогноз фирмы	Фактически	
	благоприятный	неблагоприятный
Благоприятный	0,78	0,22
Неблагоприятный	0,27	0,73

Фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,45;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,55.

Используйте дерево решений, для того чтобы помочь Бычкову выбрать правильный проект. Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

Вариант 6

Тамара Пончик предполагает построить ресторан недалеко от университетского общежития. Один из возможных вариантов – предусмотреть в нем пивной бар. Другой вариант не связан с продажей пива. В обоих случаях Тамара оценивает свои шансы на успех как 0,6 и на неудачу как 0,4. Предварительные обсуждения показывают, что план, связанный с продажей пива, может принести 325 тыс. рублей. Без продажи пива можно заработать 250 тыс. рублей. Потери в случае открытия ресторана с баром составят 70 тыс. рублей, в случае ресторана без бара 20 тыс. рублей.

Перед тем как принимать решение Тамара должна определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка или нет, причем предоставляемая услуга обойдется в 2 тыс. рублей. Относительно фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Исходные данные

Прогноз фирмы	Фактически	
	благоприятный	неблагоприятный
Благоприятный	0,65	0,35
Неблагоприятный	0,40	0,60

Предположим, что фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,62;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,38.

Выберите альтернативу для Тамары Пончик на основе средней стоимостной ценности в качестве критерия. Чему равно значение ОДО для наилучшей альтернативы?

Вариант 7

«Фото КОЛОР» – небольшой производитель химических реактивов и оборудования, которые используются некоторыми фотостудиями при

изготовлении 35-мм фильмов. Один из продуктов, который предлагает «Фото КОЛОР», – фиксаж ВС-6. Адам Полутонов, президент «Фото КОЛОР», продает в течение недели 11, 12 или 13 ящиков ВС-6. От продажи каждого ящика фирма получает 35 тыс. рублей прибыли. ВС-6, как и многие фотографические реактивы, имеет очень малый срок годности. Поэтому, если ящик не продан к концу недели, Адам должен его уничтожить. Так как каждый ящик обходится фирме в 56 тыс. рублей, он теряет эту сумму в случае, если ящик не продан к концу недели. Вероятности продать 11, 12 или 13 ящиков в течение недели равны соответственно 0,45; 0,35 и 0,2.

Проведение дополнительных исследований обойдется фирме в 15 тыс. рублей. Дополнительные исследования показывают, что вероятности продать 11, 12 или 13 ящиков в течение недели равны соответственно 0,40; 0,35 и 0,25.

Необходимо ли проводить дополнительное исследование? Сколько ящиков должна закупать фирма для продажи еженедельно?

Вариант 8

Дмитрий Мухин не знает, что ему предпринять. Он может открыть в своем магазине большую секцию проката видеокассет или маленькую секцию. Он может получить дополнительную информацию о том, будет рынок видеопроката благоприятным или нет.

Эта информация обойдется ему в 3 млн рублей. Дмитрий считает, что эта информация окажется благоприятной с вероятностью 0,5. Если рынок будет благоприятным, то большая секция проката принесет прибыль 15 млн рублей, а маленькая – 5 млн рублей. В случае неблагоприятного рынка Мухин потеряет 20 млн рублей, если он откроет большую секцию, и 10 млн рублей – если маленькую. Не имея дополнительной информации, Дмитрий оценивает вероятность благоприятного рынка как 0,7. Положительный результат обследования гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,9. При отрицательном результате рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,4.

Следует ли получить дополнительную информацию? Следует ли открыть большую секцию?

Вариант 9

Павел Спицын провел анализ, связанный с открытием магазина велосипедов. Если он откроет большой магазин, то при благоприятном рынке получит 60 млн рублей, при неблагоприятном же рынке понесет убытки 40 млн рублей. Маленький магазин принесет ему 30 млн рублей прибыли при благоприятном рынке и 10 млн рублей убытков при неблагоприятном. Возможность благоприятного и неблагоприятного рынков он оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести профессор, обойдется Спицыну в 5 млн рублей. Профессор считает, что с вероятностью 0,6 рынок окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении рынок окажется благоприятным лишь с вероятностью 0,9. При отрицательном заключении с вероятностью 0,12 рынок может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь Павлу принять решение.

Следует ли заказать проведение обследования рынка? Следует ли открыть большой магазин? Какова ожидаемая стоимостная ценность наилучшего решения?

Вариант 10

Молодой российский бизнесмен предполагает построить ночную дискотеку неподалеку от университета. По одному из допустимых проектов предприниматель может в дневное время открыть в здании дискотеки столовую для студентов. Другой вариант не связан с дневным обслуживанием клиентов. Представленные бизнес-планы показывают, что план, связанный со столовой, может принести доход в 250 тыс. руб. Без открытия столовой бизнесмен может заработать 175 тыс. руб. Потери в случае открытия дискотеки со столовой составят 55 тыс. руб., а без столовой – 20 тыс. руб. Определите наиболее эффективную альтернативу на основе средней стоимостной ценности в качестве критерия.

Пусть перед принятием решения бизнесмен должен определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка или нет, причем предоставляемая услуга обойдется в 2000 рублей. Относительно фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в

табл. 2.8.

Таблица 2.8

Исходные данные

Прогноз фирмы	Фактически	
	благоприятный	неблагоприятный
Благоприятный	0,80	0,20
Неблагоприятный	0,30	0,70

Предположим, что фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,48;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,52.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. ИГРЫ С ПРИРОДОЙ

Цель: познакомиться с особенностями задач игры с природой.

Краткие теоретические сведения

Отличительная особенность игры с природой состоит в том, что в ней сознательно действует только один из участников, в большинстве случаев называемый игрок 1. Игрок 2 (природа) сознательно против игрока 1 не действует, а выступает как не имеющий конкретной цели, так и случайным образом выбирающий очередные «ходы» по игре. Поэтому термин «природа» характеризует некую объективную действительность, которую не следует понимать буквально.

Матрица игры с природой $A = \|a_{ij}\|$, где a_{ij} – выигрыш (потеря) игрока 1 при реализации его чистой стратегии i и чистой стратегии j игрока 2 ($i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$).

Мажорирование стратегий в игре с природой имеет определенную специфику: исключать из рассмотрения можно лишь доминируемые стратегии игрока 1: если для всех $j=1, \dots, n$ $a_{kj} \leq a_{lj}$, $k, l=1, \dots, m$, то k -ю стратегию принимающего решения игрока 1 можно не рассматривать и вычеркнуть из матрицы игры. Столбцы, отвечающие стратегиям природы, вычеркивать из матрицы игры (исключать из рассмотрения) недопустимо, поскольку природа не стремится к выигрышу в игре с

человеком, для нее нет целенаправленно выигрышных или проигрышных стратегий, она действует неосознанно.

Рассмотрим организацию и аналитическое представление игры с природой. Пусть игрок 1 имеет m возможных стратегий: A_1, A_2, \dots, A_m , а у природы имеется n возможных состояний (стратегий): $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$, тогда условия игры с природой задаются матрицей (рис. 3.1).

А выигрышей (потерь) игрока 1:

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Рис. 3.1. Задание матрицы

Возможен и другой способ задания матрицы игры с природой: не в виде матрицы выигрышей (потерь), а в виде так называемой матрицы рисков $R = \|r_{ij}\|_{m,n}$. Величина риска – это размер платы за отсутствие информации о состоянии среды. Матрица R может быть построена непосредственно из условий задачи или на основе матрицы выигрышей (потерь) A .

Риск – это разность между результатом, который игрок мог бы получить, если бы он знал действительное состоянием среды, и результатом, который игрок получит при j -й стратегии.

Зная состояние природы (стратегию) Π_j , игрок выбирает ту стратегию, при которой его выигрыш максимальный или потеря минимальна, т.е.

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij}, \text{ где } \beta_j = \max a_{ij}, \text{ при заданном } j; 1 \leq i \leq m, \text{ если } a_{ij} - \text{выигрыш.}$$

$$r_{ij} = a_{ij} - \beta_j, \text{ где } \beta_j = \min a_{ij}, \text{ при заданном } j; 1 \leq i \leq m, \text{ если } a_{ij} - \text{потери (затраты).}$$

Неопределенность, связанную с полным отсутствием информации о вероятностях состояний среды (природы), называют «безнадежной».

В таких случаях для определения наилучших решений используются следующие критерии: Вальда, Сэвиджа, Гурвица.

Критерий Вальда. С позиций данного критерия природа рассматривается как агрессивно настроенный и сознательно действующий противник.

Если в исходной матрице по условию задачи результат a_{ij} представляет выигрыш лица, принимающего решение, то выбирается решение, для которого достигается значение $W = \max \min a_{ij}$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$ – *максиминный критерий*.

Если в исходной матрице по условию задачи результат a_{ij} представляет потери лица, принимающего решение, то выбирается решение, для которого достигается значение $W = \min \max a_{ij}$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$ – *минимаксный критерий*.

В соответствии с критерием Вальда из всех самых неудачных результатов выбирается лучший. Это перестраховочная позиция крайнего пессимизма, рассчитанная на худший случай.

Критерий минимаксного риска Сэвиджа. Выбор стратегии аналогичен выбору стратегии по принципу Вальда с тем отличием, что игрок руководствуется не матрицей выигрышей A , а матрицей рисков R :

$$S = \min \max r_{ij} \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n.$$

Применение критерия Сэвиджа позволяет любыми путями избежать большого риска при выборе стратегии, а значит избежать большего проигрыша (потерь).

Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица. Этот критерий при выборе решения рекомендует руководствоваться некоторым средним результатом, характеризующим состояние между крайним пессимизмом и безудержным оптимизмом.

Критерий основан на следующих двух предположениях: «природа» может находиться в самом невыгодном состоянии с вероятностью $(1-p)$ и в самом выгодном состоянии с вероятностью p , где p – коэффициент пессимизма.

Согласно этому критерию стратегия в матрице A выбирается в соответствии со значением:

$$H_A = \max \{ p \max a_{ij} + (1-p) \min a_{ij} \}, \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n, \text{ если } a_{ij} - \text{выигрыш.}$$

$H_A = \min \{ p \min a_{ij} + (1-p) \max a_{ij} \}, \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n, \text{ если } a_{ij} - \text{потери (затраты).}$

При $p=0$ критерий Гурвица совпадает с критерием Вальда. При $p=1$ приходим к решающему правилу вида $\max \max a_{ij}$, к так называемой стратегии «здорового оптимизма», *критерий максимакса*.

Применительно к матрице рисков R критерий пессимизма-оптимизма Гурвица имеет вид

$$H_R = \min \{ p \max r_{ij} + (1-p) \min r_{ij} \}, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n.$$

При $p=0$ выбор стратегии игрока 1 осуществляется по условию наименьшего из всех возможных рисков ($\min r_{ij}$); при $p=1$ – по критерию минимаксного риска Сэвиджа.

Значение p от 0 до 1 может определяться в зависимости от склонности лица, принимающего решение, к пессимизму или оптимизму. При отсутствии ярко выраженной склонности $p=0,5$ представляет наиболее разумный вариант.

В случае, когда по принятому критерию рекомендуются к использованию несколько стратегий, выбор между ними может делаться по дополнительному критерию. Здесь нет стандартного подхода. Выбор может зависеть от склонности к риску игрока 1.

Пример

Транспортное предприятие должно определить уровень своих производственных возможностей так, чтобы удовлетворить спрос клиентов на транспортные услуги на планируемый период. Спрос на транспортные услуги неизвестен, но прогнозируется, что он может принять одно из четырех значений: 10, 15, 20 или 25 тыс. т. Для каждого уровня спроса существует наилучший уровень провозных возможностей транспортного предприятия. Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам либо из-за превышения провозных возможностей над спросом (из-за простоя подвижного состава), либо из-за неполного удовлетворения спроса на транспортные услуги. Возможные прогнозируемые затраты на развитие провозных возможностей представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Исходные данные

Варианты провозных возможностей транспортного предприятия	Варианты спроса на транспортные услуги			
	1	2	3	4
1	6	12	20	24
2	9	7	9	28
3	23	18	15	19
4	27	24	21	15

Необходимо выбрать оптимальную стратегию, используя критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица.

Решение

Имеются четыре варианта спроса на транспортные услуги, что равнозначно наличию четырех состояний «природы»: П1, П2, П3, П4. Известны также четыре стратегии развития провозных возможностей транспортного предприятия: А1, А2, А3, А4. Затраты на развитие провозных возможностей при каждой паре П_і и А_і заданы следующей матрицей (рис.3.2):

$$A = \begin{pmatrix} & \text{П1} & \text{П2} & \text{П3} & \text{П4} \\ \text{А1} & 6 & 12 & 20 & 24 \\ \text{А2} & 9 & 7 & 9 & 28 \\ \text{А3} & 23 & 18 & 15 & 19 \\ \text{А4} & 27 & 24 & 21 & 15 \end{pmatrix}$$

Рис. 3.2. Матрица затрат

Построим матрицу рисков. В данном примере a_{ij} представляет затраты, т.е. потери, значит для построения матрицы рисков используется принцип $r_{ij}=a_{ij}-\beta_j$, где $\beta_j=\min a_{ij}$.

Для П1: $\beta_j=6$

Для П2: $\beta_j=7$

Для П3: $\beta_j=9$

Для П4: $\beta_j=15$

Матрица рисков имеет следующий вид (рис. 3.3):

$$R = \begin{pmatrix} & \text{П1} & \text{П2} & \text{П3} & \text{П4} \\ \text{А1} & 0 & 5 & 11 & 9 \\ \text{А2} & 3 & 0 & 0 & 13 \\ \text{А3} & 17 & 11 & 6 & 4 \\ \text{А4} & 21 & 17 & 12 & 0 \end{pmatrix}$$

Рис. 3.3. Матрица рисков

Критерий Вальда

Так как в данном примере a_{ij} представляет затраты, т.е. потери, то применяется минимаксный критерий.

Для А1: $\max a_{ij}=24$

Для А2: $\max a_{ij}=28$

Для А3: $\max a_{ij}=23$

Для А4: $\max a_{ij}=27$

$W=\min \max a_{ij}=23$, следовательно, наилучшей стратегией развития провозных возможностей в соответствии с минимаксным критерием Вальда будет третья стратегия (А3).

Критерий минимаксного риска Сэвиджа

Для А1: $\max r_{ij}=11$

Для А2: $\max r_{ij}=13$

Для А3: $\max r_{ij}=17$

Для А4: $\max r_{ij}=21$

$S=\min \max r_{ij}=11$, следовательно, наилучшей стратегией развития провозных возможностей в соответствии с критерием Сэвиджа будет первая стратегия (А1).

Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица

Положим значение коэффициента пессимизма $p=0,5$.

Так как в данном примере a_{ij} представляет затраты (потери), то применяется критерий (таблица 3.2):

$$H_A = \min \{ p \min a_{ij} + (1-p) \max a_{ij} \}$$

Таблица 3.2

Нахождение критерия

	$\min a_{ij}$	$\max a_{ij}$	$p \min a_{ij} + (1-p) \max a_{ij}$
Для А1	6	24	15
Для А2	7	28	17,5
Для А3	15	23	19
Для А4	15	27	21

Оптимальное решение заключается в выборе стратегии А1.

Рассчитаем оптимальную стратегию применительно к матрице рисков (таблица 3.3):

$$H_R = \min \{ p \max r_{ij} + (1-p) \min r_{ij} \}$$

Таблица 3.3

Нахождение критерия применительно к матрице рисков

	$\min r_{ij}$	$\max r_{ij}$	$p \max r_{ij} + (1-p) \min r_{ij}$
Для А1	0	11	5,5
Для А2	0	13	6,5
Для А3	4	17	10,5
Для А4	0	21	10,5

Оптимальное решение заключается в выборе стратегии А1.

Вывод: в примере предстоит сделать выбор, какое из возможных решений предпочтительнее:

- по критерию Вальда – выбор стратегии А3;
- по критерию Сэвиджа – выбор стратегии А1;
- по критерию Гурвица – выбор стратегии А1.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ:

Решите задачу согласно вашему индивидуальному варианту.

Вариант 1

Дана матрица игры с природой (рис. 3.4) в условиях полной неопределенности (элементы матрицы – выигрыши):

$$\begin{pmatrix} -2 & 4 & 4 & 7 \\ 0 & -1 & 3 & 8 \\ 10 & 6 & 0 & -4 \\ 12 & 6 & -1 & 5 \\ 6 & 4 & 2 & -2 \end{pmatrix}$$

Рис. 3.4. Исходные данные

Требуется проанализировать оптимальные стратегии игрока, используя критерии пессимизма-оптимизма Гурвица применительно к платежной матрице А и матрице рисков R при коэффициенте пессимизма $p=0; 0,5; 1$. При этом выделить критерии максимакса Вальда и Сэвиджа.

Вариант 2

Дана следующая матрица выигрышей (рис. 3.5):

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 & \Pi_5 & \Pi_6 \\ A_1 & 15 & 12 & 1 & -3 & 18 & 20 \\ A_2 & 2 & 15 & 9 & 7 & 1 & 3 \\ A_3 & 0 & 6 & 15 & 21 & -2 & 5 \\ A_4 & 8 & 20 & 12 & 3 & 0 & 4 \end{pmatrix}$$

Рис. 3.5. Исходные данные

Определите оптимальную стратегию, используя критерии Вальда, Сэвиджа и Гурвица (коэффициент пессимизма равен 0,4).

Вариант 3

Один из пяти станков должен быть выбран для изготовления партии изделий, размер которой Q может принимать три значения: 150, 200, 350. Производственные затраты C_i для I станка задаются следующей формулой:

$$C_i = P_i + c_i \cdot Q.$$

Данные P_i и c_i приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Исходные данные

Показатели	Модель станка				
	1	2	3	4	5
P_i	30	80	50	160	100
c_i	14	6	10	5	4

Решите задачу для каждого из следующих критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица (критерий пессимизма равен 0,6). Полученные решения сравните.

Вариант 4

При выборе стратегии A_j по каждому возможному состоянию природы S_i соответствует один результат V_{ij} . Элементы V_{ij} , являющиеся мерой потерь при принятии решения, приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Исходные данные

Стратегии	Состояние природы			
	S1	S2	S3	S4
A1	2	6	5	8
A2	3	9	1	4
A3	5	1	6	2

Выберите оптимальное решение в соответствии с критериями Вальда, Сэвиджа, Гурвица (при коэффициенте пессимизма, равном 0,5).

Вариант 5

Намечается крупномасштабное производство легковых автомобилей. Имеются четыре варианта проекта автомобиля R_j . Определена экономическая эффективность V_{ji} каждого проекта в зависимости от рентабельности производства. По истечении трех сроков S_i рассматриваются как некоторые состояния среды (природы). Значения экономической эффективности для различных проектов и состояний природы приведены в следующей табл. 3.6.

Таблица 3.6

Исходные данные

Проекты	Состояние природы		
	S1	S2	S3
R1	20	25	15
R2	25	24	10
R3	15	28	12
R4	9	30	20

Требуется выбрать лучший проект легкового автомобиля для производства, используя критерий Вальда, Сэвиджа, Гурвица при коэффициенте пессимизма 0,1. Сравнить решения и сделать выводы.

Вариант 6

Определите тип электростанции, которую необходимо построить для удовлетворения энергетических потребностей комплекса крупных промышленных предприятий. Множество возможных стратегий в задаче включает следующие параметры:

- R1 – сооружается гидростанция;
- R2 – сооружается теплостанция;
- R3 – сооружается атомная станция.

Экономическая эффективность сооружения электростанции зависит от влияния случайных факторов, образующих множество состояний природы S_i .

Результаты расчета экономической эффективности приведены в следующей табл. 3.7.

Таблица 3.7

Исходные данные

Тип станции	Состояние природы				
	S1	S2	S3	S4	S5

R1	40	70	30	25	45
R2	60	50	45	20	30
R3	50	30	40	35	60

Вариант 7

Фирма рассматривает вопрос о строительстве станции технического обслуживания (СТО) автомобилей. Составлена смета расходов на строительство станции с различным количеством обслуживаемых автомобилей, а также рассчитан ожидаемый доход в зависимости от удовлетворения прогнозируемого спроса на предлагаемые услуги СТО (прогнозируемое количество обслуженных автомобилей в действительности). В зависимости от принятого решения – проектного количества обслуживаемых автомобилей в сутки (проект СТО) R_j и величины прогнозируемого спроса на услуги СТО – построена табл. 3.8 ежегодных финансовых результатов (доход д.е.):

Таблица 3.8

Исходные данные

Проекты СТО	Прогнозируемая величина удовлетворяемости спроса					
	0	10	20	30	40	50
20	-120	60	240	250	250	250
30	-160	15	190	380	390	390
40	-210	-30	150	330	500	500
50	-270	-80	100	280	470	680

Определите наилучший проект СТО с использованием критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица при коэффициенте пессимизма 0,5.

Вариант 8

Магазин может завести один из трех типов товара A_i ; их реализация и прибыль магазина зависят от типа товара и состояния спроса. Предполагается, что спрос может иметь три состояния B_i (табл. 3.9). Гарантированная прибыль представлена в матрице прибыли.

Таблица 3.9

Исходные данные

Тип товара	Спрос		
	B1	B2	B3

A1	20	15	10
A2	16	12	14
A3	13	18	15

Определить, какой товар закупать магазину.

Вариант 9

Дана следующая матрица выигрышей (рис. 3.6):

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ A_1 & 20 & 30 & 15 & 15 \\ A_2 & 75 & 20 & 35 & 20 \\ A_3 & 25 & 80 & 25 & 25 \\ A_4 & 85 & 5 & 45 & 5 \end{pmatrix}$$

Рис. 3.6. Исходные данные

Определите оптимальную стратегию, используя критерии Вальда, Сэвиджа и Гурвица (коэффициент пессимизма равен 0,6).

Вариант 10

Найти наилучшие стратегии по критериям Вальда, Сэвиджа (коэффициент пессимизма равен 0,2), Гурвица применительно к матрице рисков (коэффициент пессимизма равен 0,4) для следующей платежной матрицы (рис. 3.7) игры с природой (элементы матрицы – выигрыши):

$$\begin{pmatrix} 5 & -3 & 6 & -8 & 7 & 4 \\ 7 & 5 & 5 & -4 & 8 & 1 \\ 1 & 3 & -1 & 10 & 0 & 2 \\ 9 & -9 & 7 & 1 & 3 & -6 \end{pmatrix}$$

Рис. 3.7. Исходные данные

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Цель: освоить метод анализа иерархий.

Краткие теоретические сведения

Иерархия возникает тогда, когда системы, функционирующие на одном уровне, функционируют как части системы более высокого уровня, становясь подсистемами этой системы. МАИ является процедурой для иерархического представления элементов, определяющих суть проблемы. Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части дальнейшей обработки последовательности суждений лица, принимающего решение по парным сравнениям. Однако МАИ включает процесс синтеза многих суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений.

Этапы МАИ

1. Очертить проблему и определить общую цель.
2. Построить иерархию, начиная с вершины: цель, критерии, перечень альтернатив.
3. Построить множество матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней по принципу: одна матрица для каждого элемента примыкающего сверху уровня. Этот элемент называется управляемым по отношению к элементу, находящемуся на нижнем уровне. Элементы любого уровня сравниваются друг с другом относительно их воздействия на управляемые элементы.
4. На этапе 3 потребуется $(n(n-1))/2$ суждений с учетом свойства обратной симметрии.
5. После проведения всех парных сравнений определяются λ_{max} , IC, CI, RC и т.д.
6. Этапы 3, 4, 5 провести для всех уровней и групп иерархии.
7. Использовать иерархический синтез для взвешивания собственных весов. Вычислить сумму по всем соответствующим взвешенным компонентам собственных векторов уровня иерархии, лежащего ниже.
8. Определить согласованность всей иерархии, перемножив каждый индекс согласованности на приоритет соответствующего критерия; полученные числа просуммировать. Результат делится на выражение такого же типа, но со случайным индексом согласованности. Приемлемое отношение согласованности принимают до 10%. Это и есть основной инструмент сложной аналогичной системы.

Пример

Нужно произвести выбор секретаря из девушек, подавших резюме.

Отбор девушек происходит по семи критериям:

1. Знание делопроизводства.
2. Внешний вид.
3. Знание английского языка.
4. Знание компьютера.
5. Умение разговаривать по телефону.

Собеседование прошли пять девушек:

1. Ольга
2. Елена
3. Светлана
4. Галина
5. Жанна

После собеседования получились следующие описания девушек:

1. Ольга

Приятная внешность. Отличное знание английского языка. Хорошее поведение. Нет навыков работы на компьютере, посредственное общение по телефону.

2. Елена

Красивая, приятная внешность, хорошее умение общаться по телефону. Незнание английского языка, нет навыков работы на компьютере, делопроизводство знает весьма плохо.

3. Светлана

Очень хорошее знание делопроизводства, хорошие навыки работы на компьютере, достаточно хорошо общается по телефону, очень исполнительная. Не очень приятная внешность, посредственное знание английского языка.

4. Галина

Достаточно хорошо знает делопроизводство, неплохие навыки работы на компьютере, по телефону общается на высоком уровне, достаточно хорошее поведение. Плохое знание английского языка, неприятная внешность.

5. Жанна

Приятная внешность, очень хорошее поведение, неплохие навыки работы на компьютере, достаточно хорошее знание английского языка. По телефону общается плохо, не знает делопроизводство.

Решение

Рассмотрим поэтапную реализацию МАИ средствами пакета

MATHCAD 2002.

1. Результаты собеседования заносим в матрицы попарных сравнений.

Матрицы попарных сравнений по каждому из критериев представлены на рис. 4.1.

Матрицы:

1. Знание депопроизводства

$$d1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 & 7 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 5 & 5 \\ 3 & 5 & 1 & 7 & 9 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & \frac{1}{7} & 1 & 7 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & \frac{1}{9} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

2. Внешний вид

$$d2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 6 & 1 \\ \frac{1}{3} & 5 & 6 & 7 & 3 \\ 1 & 1 & 7 & 7 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{7} & 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{7} & 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ 4 & \frac{1}{3} & 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

3. Знание языка

$$d3 = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{9} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & \frac{1}{7} \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & 5 & 3 & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 7 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

4. Знание компьютера

$$d4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{9} & \frac{1}{7} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} \\ 3 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 9 & 7 & 1 & 5 & 3 \\ 7 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 8 & 7 & \frac{1}{3} & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

5. Разговоры по телефону

$$d5 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 5 & 5 \\ 3 & 1 & 5 & \frac{1}{3} & 6 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 5 \\ 5 & 3 & 4 & 1 & 7 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

Рис. 4.1. Матрицы попарных сравнений

2. На основе матриц попарных сравнений получаем векторы локальных приоритетов по каждому рассматриваемому критерию оценки. Для этого необходимо произвести свертку каждой матрицы попарных сравнений в вектор, затем любым из известных способов нормировать полученные векторы и перемножить матрицы попарных сравнений на соответствующие им нормированные векторы. Ход описанного решения представлен на рис. 4.2–4.5.

3. Составляем сводную матрицу локальных приоритетов путем последовательной записи векторов – столбцов локальных приоритетов. Сводная матрица локальных приоритетов представлена на рис. 4.6.

4. Производим свертку матрицы локальных приоритетов. Свертка матрицы локальных приоритетов контрольного примера представлена на рис. 4.7, 4.8.

5. Вектор глобальных приоритетов находим путем перемножения вектора приоритетов на сводную матрицу локальных приоритетов (рис. 4.9). Рассчитанный для контрольного примера вектор глобальных приоритетов представлен на рис. 4.10. Максимальное значение данного вектора является оптимальным решением.

6. Производим расчет отношения согласованности на каждом этапе сравнения (для матриц попарных сравнений, матрицы локальных приоритетов, векторы глобальных приоритетов). Производим анализ точности результатов, полученных с помощью МАИ.

$$\begin{aligned}
 a1 &= \begin{bmatrix} \sqrt[5]{\frac{13 \cdot 15 \cdot 7}{3}} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 15}{3 \cdot 55}} \\ \sqrt[5]{3 \cdot 57 \cdot 9 \cdot 1} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 1}{5 \cdot 7}} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 1}{7 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 7}} \end{bmatrix} & a2 &= \begin{bmatrix} \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 56}{54}} \\ \sqrt[5]{57 \cdot 7 \cdot 3} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{5 \cdot 7 \cdot 5}} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{6 \cdot 7 \cdot 5}} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 5 \cdot 5}{4 \cdot 3}} \end{bmatrix} & a3 &= \begin{bmatrix} \sqrt[5]{9 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 3} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{9 \cdot 57 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{\frac{13}{7 \cdot 5 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{\frac{13 \cdot 5}{5 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{35} \end{bmatrix} & a4 &= \begin{bmatrix} \sqrt[5]{\frac{1}{3 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 8}} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{7 \cdot 7}} \\ \sqrt[5]{9 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 3} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 3 \cdot 7}{5 \cdot 2}} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 2}{3}} \end{bmatrix} & a5 &= \begin{bmatrix} \sqrt[5]{\frac{1}{6}} \\ \sqrt[5]{30} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{2}} \\ \sqrt[5]{3 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 7} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{5 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 7}} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Рис. 4.2. Символьное представление свертки матриц попарных сравнений

$$\begin{aligned}
 a1 &= \begin{bmatrix} 2.036 \\ 0.582 \\ 3.936 \\ 1 \\ 0.214 \end{bmatrix} & a2 &= \begin{bmatrix} 1.084 \\ 3.743 \\ 0.356 \\ 0.343 \\ 2.016 \end{bmatrix} & a3 &= \begin{bmatrix} 3.936 \\ 0.254 \\ 0.491 \\ 1 \\ 2.036 \end{bmatrix} & a4 &= \begin{bmatrix} 0.231 \\ 0.459 \\ 3.936 \\ 1.16 \\ 2.063 \end{bmatrix} & a5 &= \begin{bmatrix} 0.699 \\ 1.974 \\ 0.871 \\ 3.347 \\ 0.249 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Рис. 4.3. Числовое представление результатов свертки матриц попарных сравнений в векторы

$$b1 := d1 \cdot a1 \quad b2 := d2 \cdot a2 \quad b3 := d3 \cdot a3 \quad b4 := d4 \cdot a4 \quad b5 := d5 \cdot a5$$

Рис. 4.4. Символьное представление формул получения векторов локальных приоритетов

$$\begin{aligned}
 b1 &= \begin{bmatrix} 11.595 \\ 3.32 \\ 21.884 \\ 6.38 \\ 1.202 \end{bmatrix} &
 b2 &= \begin{bmatrix} 6.176 \\ 20.109 \\ 1.854 \\ 1.818 \\ 11.098 \end{bmatrix} &
 b3 &= \begin{bmatrix} 20.769 \\ 1.346 \\ 2.556 \\ 5.21 \\ 10.582 \end{bmatrix} &
 b4 &= \begin{bmatrix} 1.245 \\ 2.397 \\ 21.219 \\ 5.975 \\ 10.759 \end{bmatrix} &
 b5 &= \begin{bmatrix} 3.705 \\ 11.032 \\ 4.744 \\ 17.988 \\ 1.37 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Рис. 4.5. Векторы локальных приоритетов по каждому из рассмотренных критериев

$$r := \begin{pmatrix} 11.595 & 6.176 & 20.796 & 1.245 & 3.705 \\ 3.32 & 20.109 & 1.346 & 2.397 & 11.032 \\ 21.884 & 1.854 & 2.556 & 21.219 & 4.744 \\ 6.38 & 1.818 & 5.21 & 5.975 & 17.988 \\ 1.202 & 11.098 & 10.582 & 10.795 & 1.37 \end{pmatrix}$$

Рис. 4.6. Сводная матрица локальных приоритетов

$$\begin{pmatrix} \sqrt[5]{11.595 \cdot 6.176 \cdot 20.796 \cdot 1.245 \cdot 3.705} \\ \sqrt[5]{3.32 \cdot 20.109 \cdot 1.346 \cdot 2.397 \cdot 11.032} \\ \sqrt[5]{21.884 \cdot 1.854 \cdot 2.556 \cdot 21.219 \cdot 4.744} \\ \sqrt[5]{6.38 \cdot 1.818 \cdot 5.21 \cdot 5.975 \cdot 17.988} \\ \sqrt[5]{1.202 \cdot 11.098 \cdot 10.582 \cdot 10.795 \cdot 1.37} \end{pmatrix}$$

Рис. 4.7. Символьное представление свертки сводной матрицы локальных приоритетов

$$n := \begin{pmatrix} 5.853 \\ 4.733 \\ 6.364 \\ 5.788 \\ 4.612 \end{pmatrix}$$

Рис. 4.8. Численное представление свертки сводной матрицы локальных приоритетов – вектор приоритетов

$$u := r \cdot n$$

Рис. 4.9. Символьное представление формулы получения вектора глобальных приоритетов

$$u = \begin{pmatrix} 253.736 \\ 187.927 \\ 297.823 \\ 194.332 \\ 195.706 \end{pmatrix}$$

Рис. 4.10. Вектор глобальных приоритетов

Результаты вычислений показали, что нужно выбрать Светлану (строка № 3).

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ:

Выберите тему исследования по своему индивидуальному варианту.

Соберите описательный материал по данной теме и приведите словесное описание исследуемых вариантов вашего объекта исследования.

Произведите описание, оценку и выбор наилучшего объекта (услуги) из шести вариантов по шести критериям согласно вашему варианту, используя метод анализа иерархий (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Варианты заданий

Вариант	Тема исследования
1	Выбор бытовой техники. Стиральная машина
2	Выбор средств оргтехники. Копировальный аппарат
3	Выбор косметических средств
4	Выбор мебели
5	Выбор бытовой техники. Видеокамера
6	Выбор парфюмерии
7	Выбор бытовой техники. Цифровой фотоаппарат
8	Выбор ювелирного изделия
9	Выбор средств оргтехники. Телефон
10	Выбор домашнего животного

Содержание отчета

1. Титульный лист (Приложение 1).
2. Название и цель лабораторной работы.
3. Вариант задания.
4. Детальное решение поставленной задачи с указанием формул.
5. Выполнение необходимых рисунков и таблиц.
6. Обязательное представление скриншота из программы, выполняющей решение (моделирование).
7. Выводы по работе.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра информационных систем

Отчет по лабораторной работе № 1
Разработка функциональной модели для решаемой задачи
по дисциплине
«Теория систем и системный анализ»

Выполнил:
Студент, гр. 17В00

Фамилия И.О.

Проверил:
Ассистент кафедры ИС

Разумников С.В.

Юрга 2013

Учебное издание

РАЗУМНИКОВ Сергей Викторович

ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по курсу «Теория систем и системный анализ»
для студентов, обучающихся по направлению 230700
«Прикладная информатика» всех форм обучения

Печатается в редакции автора-составителя

**Отпечатано в Издательстве ЮТИ ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 04.04.2013г.
Формат 60x84/23 Бумага офсетная.
Плоская печать. Усл. печ. л. 3,49. Уч-изд. л. 3,16.
Тираж 30 экз. Заказ 1625. Цена свободная.
ИПЛ ЮТИ ТПУ. Ризограф ЮТИ ТПУ.
652000, г. Юрга, ул. Московская, 17.