

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР

\_\_\_\_\_ В.Л. Бибик  
« » \_\_\_\_\_ 2014 г.

## **Теория систем и системный анализ**

Методические указания для выполнения  
контрольных работ по дисциплине  
«Теория систем и системный анализ»  
для бакалавров, обучающихся по направлению 380301  
«Экономика» заочной формы обучения

УДК

**Маслов А.В**

Теория систем и системный анализ: Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Теория систем и системный анализ» для студентов специальности 380301 «Экономика» заочной формы обучения. - Юрга: Изд. ЮТИ ТПУ. 2014. - 30 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры информационных систем ЮТИ ТПУ  
26 августа 2014 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.А. Григорьева*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ Юргинский  
технологический институт (филиал), 2013 ©  
Фисоченко О.Н., 2013

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине "Теория систем и системный анализ" (ТСиСА) составлены на основании требований учебного плана специальности 080801 «Прикладная информатика (в экономике)» очной формы обучения и рабочей программы по дисциплине ТСиСА. Методические указания содержат теоретический материал для решения задач контрольной работы, список рекомендуемой литературы.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа по дисциплине "Теория систем и системный анализ" предназначена для усвоения практических навыков системного анализа различных экономических задач студентами, обучающимися специальности 080801 «Прикладная информатика (в экономике)» очной формы обучения. Основная цель контрольной работы по данному курсу - научиться выделять существенные проблемы в экономике и находить среди всего многообразия те подходы, которые наиболее приемлемы для их решения. Знание методов и средств из области ТСиСА, правильное построение моделей позволяет наиболее эффективно решать задачи проектирования информационных систем, поскольку, прежде всего, необходимо грамотно поставить задачу, а это означает провести все этапы системного анализа. Выполнение данной контрольной работы позволяет выявить способности студента к логическому мышлению.

### **2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа оформляется в виде пояснительной записки с необходимыми расчетами, таблицами, графиками, диаграммами и т.д. на листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.105.

1. Титульный лист контрольной работы.

Титульный лист контрольной работы является ее первым листом. Образец титульного листа приведен в приложении 1..

2. На первом листе (после титульного листа) исполнителем записывается задание контрольной работы по полученному варианту.

3. Основная часть - текстовая - выполняется рукописным способом грамотно, аккуратно и разборчиво, сокращения допускаются общепринятые и собственные, но с указанием в последнем случае списка сокращений.

4. При написании текста необходимо оставлять поля следующих размеров: слева (для подшивки) - 35 мм; справа - не менее 10 мм; сверху - не менее 10 мм; снизу - не менее 30 мм. Необходима нумерация страниц.

5. Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц, выполненных в соответствии с ГОСТ 2.105.

6. Все буквенные обозначения показателей, входящие в формулы, должны быть расшифрованы с указанием размерности. Численные значения этих показателей должны иметь ссылки на источники. Арифметические действия записываются последовательно и развернуто.

7. По результатам выполнения каждой задачи контрольной работы исполнителем делаются выводы и принимаются конкретные управленческие решения с необходимыми обоснованиями. Об этом обязательно должна присутствовать запись в решении.

8. В заключении должны быть отражены общие выводы по всему комплексу задач, чему в результате выполнения контрольной работы студент научился, какие методы применялись для решения данных задач и т.п.

9. Ссылки на использованные источники литературы даются в квадратных скобках. В ссылке приводится порядковый номер источника по списку с указанием страницы.

10. Сброшюрованную контрольную работу сшивают металлическими скрепками или, в крайнем случае, толстыми нитками (аккуратно, без "усов") и представляют на проверку в твердом переплете. Папки со скоросшивателями применять не допускается.

11. Листы с найденными ошибками не вырываются. Все исправления делаются в тексте или, при необходимости, на отдельных листах, которые вклеиваются в контрольную работу.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

#### ВНИМАНИЕ! ВЫБОР ВАРИАНТА ПО ПОСЛЕДНЕЙ ЦИФРЕ В ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКЕ!

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (состоит из 4заданий!!!)

#### Задача 1. Простая задача принятия решений в условиях недостатка информации

##### 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 минимальная 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 3.1

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

На основе табл. 3.1 выигрышей (потерь) можно построить дерево решений (рис. 3.1, 3.2).

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. 3.1. 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.

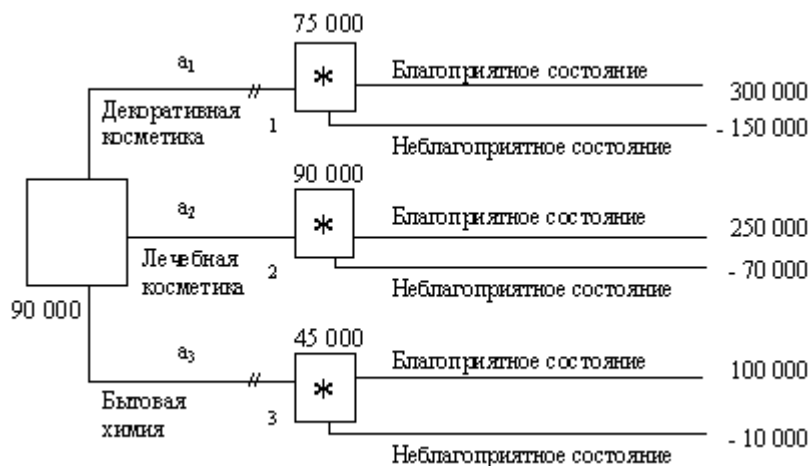


Рис. 3.2. Итоговое дерево решений

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Решите задачу согласно вашему варианту, используя метод дерева решений.

### Вариант 0

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.

### 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. 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 3.2

Номер нта	Проект	Выигрыш, при состоянии экономической	
		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 млн рублей. Без продажи пива можно заработать 250 млн рублей. Потери в случае открытия ресторана с баром составят 70 млн рублей, в случае ресторана без бара 20 млн рублей. Выберите альтернативу для Тамары Пончик. Следует ли реализовать план, предусматривающий продажу пива?

### **Вариант 7**

«Фото КОЛОП» – небольшой производитель химических реактивов и оборудования, которые используются некоторыми фотостудиями при изготовлении 35-мм фильмов. Один из продуктов, который предлагает «Фото КОЛОП» – фиксаж ВС-6. Адам Полутонов, президент «Фото КОЛОП», 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?

## 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. 3.3.

Таблица 3.3

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. 3.3), где развитие событий происходит от корня дерева к исходам, а расчет прибыли выполняется от конечных состояний к начальным.

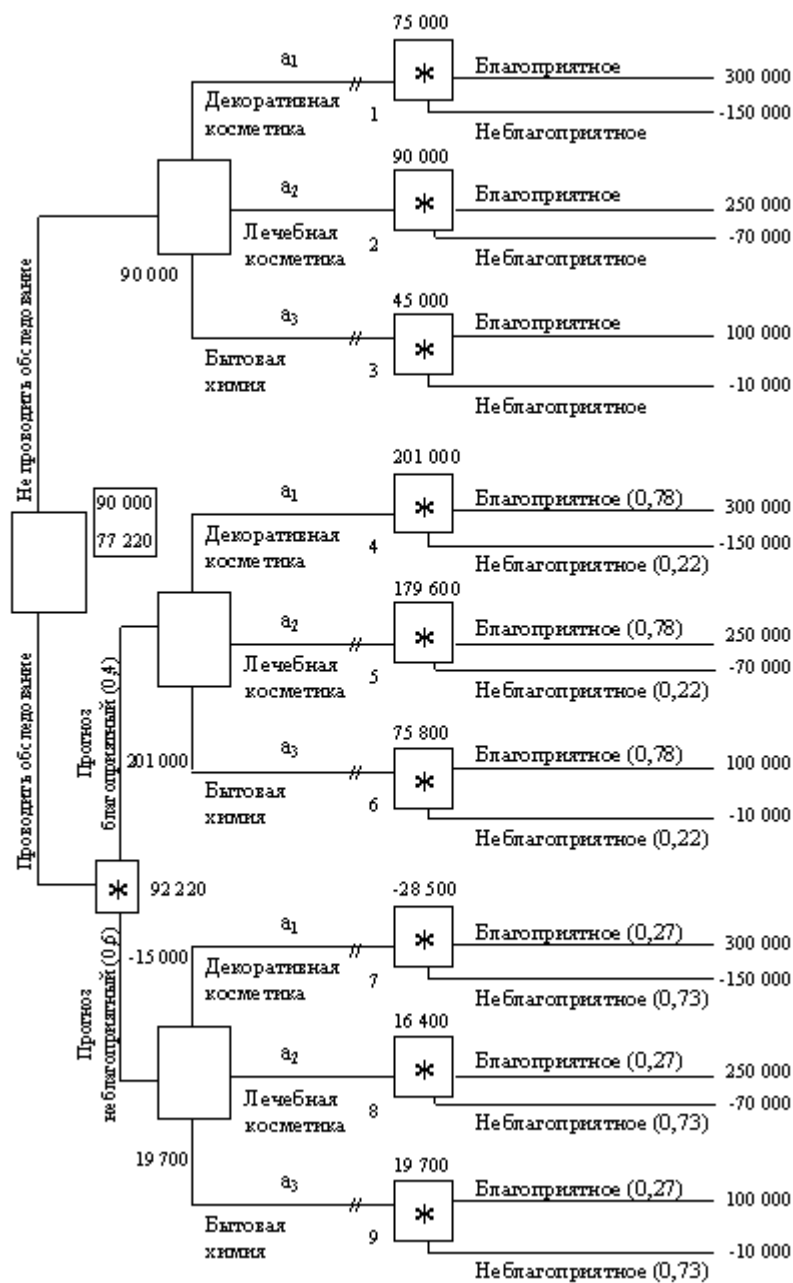


Рис. 3.3. Дерево решений при дополнительном обследовании рынка

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  $ОД_7 = 0,27 \cdot 300\,000 + 0,73 \cdot (-150\,000) = -28\,500$  руб.;
- для вершины 8  $ОД_8 = 0,27 \cdot 250\,000 + 0,73 \cdot (-70\,000) = 16\,400$  руб.;
- для вершины 9  $ОД_9 = 0,27 \cdot 100\,000 + 0,73 \cdot (-10\,000) = 19\,700$  руб.;
- для вершины 10  $ОД_{10} = 0,4 \cdot 201\,000 + 0,6 \cdot 19\,700 = 92\,220$  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).

### ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Решить задачу согласно вашему варианту, используя метод дерева решений.

#### Вариант 0

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. 3.4.

Таблица 3.4

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.

#### 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 лицом 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. 3.5 были предложены 3 варианта (А, В, С).

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

Таблица 3.5

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. 3.6.

Таблица 3.6

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. 3.7.

Таблица 3.7

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. 3.8.

Таблица 3.8

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?

### Задача 3. Принятие решений в условиях неопределенности. 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  $g=1, \dots, n$   $a_{kj} \leq a_{ij}$ ,  $k, l=1, \dots, m$ , 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.

$A$  выигрышей (потерь) игрока 1:

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

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 состояние среды, и результатом, который игрок получит при  $j$ -й стратегии.

Зная состояние природы (стратегию)  $\Pi_j$ , 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

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

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. 4.1.

Таблица 4.1

Уровни производственных возможностей транспортного предприятия	Уровни спроса на транспортные услуги			
	10 тыс. т	15 тыс. т	20 тыс. т	25 тыс. т
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: A1, A2, A3, A4. Затраты на развитие провозных возможностей при каждой паре  $\Pi_i$  и  $A_i$  заданы следующей матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ A_1 & 6 & 12 & 20 & 24 \\ A_2 & 9 & 7 & 9 & 28 \\ A_3 & 23 & 18 & 15 & 19 \\ A_4 & 27 & 24 & 21 & 15 \end{pmatrix}$$

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  $\Pi_1$ :  $\beta_j = 6$

Для  $\Pi_2$ :  $\beta_j = 7$

Для  $\Pi_3$ :  $\beta_j = 9$

Для  $\Pi_4$ :  $\beta_j = 15$

Матрица рисков имеет следующий вид:

$$R = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ A_1 & 0 & 5 & 11 & 9 \\ A_2 & 3 & 0 & 0 & 13 \\ A_3 & 17 & 11 & 6 & 4 \\ A_4 & 21 & 17 & 12 & 0 \end{pmatrix}$$

Критерий Вальда

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

Для A1:  $\max a_{ij} = 24$

Для A2:  $\max a_{ij} = 28$

Для A3:  $\max a_{ij} = 23$

Для A4:  $\max a_{ij} = 27$

$W = \min \max a_{ij} = 23$ , следовательно, наилучшей стратегией развития провозных возможностей в соответствии с минимаксным критерием Вальда будет третья стратегия (A3).

Критерий минимаксного риска Сэвиджа

Для A1:  $\max r_{ij} = 11$

Для A2:  $\max r_{ij} = 13$

Для A3:  $\max r_{ij} = 17$

Для A4:  $\max r_{ij} = 21$

$S = \min \max r_{ij} = 11$ , следовательно, наилучшей стратегией развития провозных возможностей в соответствии с критерием Сэвиджа будет первая стратегия (A1).

Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица

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

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

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

	$\min a_{ij}$	$\max a_{ij}$	$a_{ij} + (1-p) \max a_{ij}$
Для A1	6	24	15
Для A2	7	28	17,5
Для A3	15	23	19
Для A4	15	27	21

Оптимальное решение заключается в выборе стратегии A1.

Рассчитаем оптимальную стратегию применительно к матрице рисков:

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

	min $r_{ij}$	max $r_{ij}$	$r_{ij} + (1-p) \min r_{ij}$
Для A1	0	11	5,5
Для A2	0	13	6,5
Для A3	4	17	10,5
Для A4	0	21	10,5

Оптимальное решение заключается в выборе стратегии A1.

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

- по критерию Вальда – выбор стратегии A3;
- по критерию Сэвиджа – выбор стратегии A1;
- по критерию Гурвица – выбор стратегии A1.

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Решите задачу согласно вашему индивидуальному варианту.

### Вариант 0

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 игры с природой (элементы матрицы – выигрыши):

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

### Вариант 1

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

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

Требуется проанализировать оптимальные стратегии игрока, используя критерии пессимизма-оптимизма Гурвица применительно к платежной матрице A 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:

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

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. 4.2.

Таблица 4.2

Затраты	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. 4.3.

Таблица 4.3

Стратегии	Состояние природы			
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
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. 4.4.

Таблица 4.4

Проекты	Состояние природы		
	$S_1$	$S_2$	$S_3$
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. 4.5.

Таблица 4.5

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. 4.6 ежегодных финансовых результатов (доход д.е.):

Таблица 4.6

Проекты	Прогнозируемая величина удовлетворимости						
	a	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. 4.7). Гарантированная прибыль представлена в матрице прибыли.

Таблица 4.7

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:

$$A = \begin{pmatrix} & \Gamma 1 & \Gamma 2 & \Gamma 3 & \Gamma 4 \\ A1 & 20 & 30 & 15 & 15 \\ A2 & 75 & 20 & 35 & 20 \\ A3 & 25 & 80 & 25 & 25 \\ A4 & 85 & 5 & 45 & 5 \end{pmatrix}$$

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



## Задача 4. 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 решения 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  $\lambda_{max}$ , 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.

#### Контрольный 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. 5.1.

Матрицы:

1. Знание делопроизводства

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

2. Внешний вид

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

3. Знание языка

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

4. Знание компьютера

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

5. Разговоры по телефону

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

Рис. 5.1. 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. 5.2–5.5.

3. Составляем сводную матрицу локальных приоритетов путем последовательной записи векторов – столбцов локальных приоритетов. Сводная матрица локальных приоритетов представлена на рис. 5.6.

4. Производим свертку матрицы локальных приоритетов. Свертка матрицы локальных приоритетов контрольного примера представлена на рис. 5.7, 5.8.

5. Вектор глобальных приоритетов находим путем перемножения вектора приоритетов на сводную матрицу локальных приоритетов (рис. 5.9). Рассчитанный для контрольного примера вектор глобальных приоритетов представлен на рис. 5.10. 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.

$$\begin{aligned}
 a1 &= \begin{pmatrix} \sqrt[5]{\frac{1.5 \cdot 7}{1.3 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.5}{3 \cdot 5.5}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 1}{3 \cdot 5.7 \cdot 9 \cdot 1}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.5 \cdot 7 \cdot 1}{5.7}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.1}{7.5 \cdot 9 \cdot 7}} \end{pmatrix} & a2 &= \begin{pmatrix} \sqrt[5]{\frac{1.5 \cdot 6}{5.4}} \\ \sqrt[5]{\frac{5.7 \cdot 7 \cdot 3}{5.7 \cdot 5}} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{5.7 \cdot 5}} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{6.7 \cdot 5}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.5 \cdot 5}{4 \cdot 3}} \end{pmatrix} & a3 &= \begin{pmatrix} \sqrt[5]{\frac{9 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 3}{9 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.3}{7.5 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.3 \cdot 5}{5 \cdot 3}} \\ \sqrt[5]{3.5} \end{pmatrix} & a4 &= \begin{pmatrix} \sqrt[5]{\frac{1}{3 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 8}} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{7 \cdot 7}} \\ \sqrt[5]{\frac{1.3 \cdot 7}{5 \cdot 2}} \\ \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 2}{3}} \end{pmatrix} & a5 &= \begin{pmatrix} \sqrt[5]{\frac{1}{6}} \\ \sqrt[5]{30} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{2}} \\ \sqrt[5]{\frac{3 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 7}{5 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 7}} \\ \sqrt[5]{\frac{1}{5 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 7}} \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Рис. 5.2. Символьное представление свертки матриц попарных сравнений

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

Рис. 5.3. 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. 5.4. Символьное представление формул получения векторов локальных приоритетов

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

Рис. 5.5. Векторы локальных приоритетов по каждому из рассматриваемых 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. 5.6. 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. 5.7. Символьное представление свертки сводной матрицы локальных приоритетов

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

Рис. 5.8. Численное представление свертки сводной матрицы локальных приоритетов – вектор приоритетов

$$u := r \cdot n$$

Рис. 5.9. Символьное представление формулы получения вектора глобальных приоритетов

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

Рис. 5.10. Вектор глобальных приоритетов

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

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

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. 5.1).

Таблица 5.1

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. Учеб. 2-е изд., доп. - Томск: Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с.
2. Славин М.Б. Системный подход в микроэкономике: Учеб. пособие для студентов экономических вузов и факультетов университетов. – М.: ТЭИС, 2000. – 204 с.
3. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ, 1999. - 512с.
4. Аверьянов А.Н. Системное познание мира. - М.: Политиздат, 1985.
5. Винер Н. Кибернетика. - М.: Сов. радио, 1968.
6. Клир Дж. Системология. - М.: Радио и связь, 1990.
7. Моисеев Н.Н. Люди и кибернетика. - М.: Молодая гвардия, 1984.
8. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. - М.: Прогресс, 1986.
9. Альтшуллер Г.С. Найти идею. - Новосибирск: Наука, 1986.
10. Дегтярев Ю.И. Исследование операций. - М.: Высшая школа, 1986.
11. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. Некоторые приложения. - М.: Сов. радио, 1972.
12. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. - Л.: Наука, 1984.
13. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука. - М.: Мир, 1978.
14. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. - М.: Мир, 1971.
15. Мороз А.И. Курс теории систем. - М.: Высшая школа, 1987.
16. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем. - М.: Сов. радио, 1977.
17. Перегудов Ф.И. и др. Основы системного подхода. - Томск: ТГУ, 1976.
18. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. - М.: Мысль, 1978.
19. Калашников В.В. Сложные системы и методы их анализа. - М.: Знание, 1980.
20. Квейд Э. Анализ сложных систем. - М.: Сов. радио, 1977.
21. Лэсдон Л.С. Оптимизация больших систем. - М.: Наука, 1975.
22. Меерович Г.А. Эффект больших систем. - М.: Знание, 1985.
23. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. - М.: Радио и связь, 1982.
24. Эшби У.Р. Несколько замечаний. - В сб.: Общая теория систем. - М.: Мир, 1966.
25. Пфанцагль И. Теория измерений. - М.: Мир, 1976.
26. Черчмен У., Акофф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. / Пер. с англ. — М.: Наука, 1968. – 426 с.

Приложение 1

Федеральное агентство по образованию  
Государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
Юргинский технологический институт (филиал)  
Национального Исследовательского Томского политехнического  
университета

Специальность Прикладная информатика (в экономике)  
Кафедра Информационных систем

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Теория систем и системный анализ»

Выполнил:  
студент группы \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия  
подпись  
\_\_\_\_\_  
дата

Проверил: И.О.Фамилия

Юрга 20\_\_

# **Теория систем и системный анализ**

Методические указания

Составитель Анатолий Викторович Маслов

Редактор Татьяна Викторовна Казанцева

Подписано к печати \_\_\_\_\_

Формат 60x84/16. Бумага офсетная

Плоская печать. Усл. печ. л. 1,39 Уч. – изд. л. 1,26

Тираж \_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_. Цена свободная.

ИПЛ ЮТИ ТПУ. Лицензия ПЛД № 44-55 от 14.12.97.

Ризограф ЮТИ ТПУ. 652050, г.Юрга, ул.Московская, 17