

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Общая теория систем
сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика»

Благовещенск, 2017

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета математики и информатики
Амурского государственного
университета*

Составитель: Акилова И.М.

Общая теория систем: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки для направления подготовки 38.03.05 «Бизнес информатика». – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

1. Краткое изложение лекционного материала

2. Методические рекомендации (указания) к практическим занятиям

Практическая работа №1 РЕШЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Цель работы: ознакомиться с основными функциями алгебры логики, освоить навыки решения логических задач.

Краткие теоретические сведения

Для решения логических задач применяется алгебра логики или булева алгебра.

В ее основу положено элементарное логическое высказывание. Таким высказыванием называется высказывание, которое может быть только истинным или ложным.

Для упрощения действий элементарные высказывания обозначаются буквами, а истину и ложь логическими единицами и нулем соответственно. Тогда простые элементарные высказывания можно связать между собой с помощью логических функций и, зная, как они работают, рассчитывать их.

Основные функции (логические операции) алгебры логики следующие:

Конъюнкция (логическое умножение): в естественном языке соответствует союзу и, обозначается &.

Конъюнкция – это логическая операция, ставящая в соответствие каждому двум простым высказываниям составное высказывание, являющееся истинным тогда и только тогда, когда оба исходные высказывания истинны.

Дизъюнкция - (логическое сложение): в естественном языке соответствует союзу или, обозначается V.

Дизъюнкция – это логическая операция, которая каждому двум простым высказываниям ставит в соответствие составное высказывание, являющееся ложным, и истинным, когда хотя бы одно из двух образующих его высказываний истинно.

Инверсия – (отрицание): в естественном языке соответствует словам «неверно, что...» и частице не, обозначается $\bar{A}$.

Инверсия – это логическая операция, которая каждому простому высказыванию ставит в соответствие составное высказывание, заключающееся в том, что исходное высказывание отрицается.

Контрольный пример

Задача 1. «Пять офицеров»

В одной из горячих точек служили 5 офицеров: генерал, полковник, майор, капитан и лейтенант. Один из них сапер, другой – пехотинец, третий – танкист, четвертый – связист, пятый – артиллерист. У каждого из них есть сестра. И каждый из них женат на сестре своего однополчанина. Вот что еще известно об этих офицерах:

- По меньшей мере, один из родственников связиста старше его по званию.
 - Капитан никогда не служил в Хабаровске.
 - Оба родственника-пехотинца и оба родственника-танкиста служили раньше в Мурманске. Ни один родственник генерала в Мурманске не был.
 - Танкист служил в Твери вместе с обоими своими родственниками, а лейтенант там не служил.
 - Полковник служил в Махачкале вместе со своими родственниками.
 - Танкист не служил в Махачкале. Там служил только один из его родственников.
 - Генерал служил с обоими своими родственниками в Хабаровске, а в Махачкале он не бывал.
 - Артиллерист не служил ни в Хабаровске, ни в Твери.
- Определите, кто из офицеров какое звание имеет?

Решение задачи:

Ясно, что каждый офицер имеет двух родственников. Один из них - брат жены, а другой - муж сестры. Обозначим для удобства каждого офицера буквой и расположим их так, чтобы соседом каждого были его родственники (рис. 1.1.).

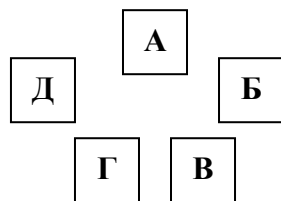


Рис. 1.1. Расположение по порядку

Пусть пехотинец будет обозначен буквой А. Поскольку трое из офицеров служили в Мурманске, а двое там не были, то танкисту должна соответствовать либо буква В, либо Г. Допустим, что танкист - В. Отсюда следует (с учетом условия задачи), что А и В не служили в Мурманске и что Б - генерал. Продолжая рассуждать, приходим к выводу, что Б, В и Г служили в Твери. Поэтому лейтенантом должен быть А или Д и букве Д должен соответствовать артиллерист. Далее, либо В и Г, либо В и Б не служили в Свердловске. Следовательно, А, Д и Б либо А, Д и Г служили в Свердловске. А поскольку мы знаем, что Б не служил в Свердловске, это значит, что там служили А, Д и Г и что Д - полковник. Таким образом, А - лейтенант.

Переходим к следующему этапу решения. А, Б и В служили в Хабаровске, а Д там не служил. Нам известно, что капитан в Хабаровске не служил. Поскольку капитал не может быть Д, следовательно, ему соответствует буква Г. Далее приходим к заключению, что В - майор. Известно, что по меньшей мере один офицер должен быть старше по званию, чем связист. Следовательно, связист не может быть Б и должен быть Г, а саперу соответствует буква Б.

Таким образом, в итоге получается, что лейтенант - пехотинец, генерал - сапер, майор - танкист, капитан - связист, полковник - артиллерист.

Задача 2. «Финальный забег»

Каждый второй пассажир в автобусе в увлечении читал спортивный раздел газеты, а остальные оживленно обсуждали последние спортивные новости. Иван Михайлович не успел купить газету, и ему не оставалось ничего другого, как заглядывать в газеты, развернутые другими пассажирами, и ловить доносившиеся до него обрывки разговоров.

Главной новостью дня был состоявшийся накануне финал эстафеты 4x100 м. для мужчин. В финал после упорной борьбы вышли команды шести стран: европейские команды А и В, африканские команды С и D, и 2 команды-представительницы американского континента Е и F.

Иван Михайлович охотно узнал бы, как распределились места среди участников финала, но сделать это оказалось непросто. В тот день Иван Михайловичу особенно не везло: стоило ему пристроиться к кому-нибудь, чтобы заглянуть через плечо, как счастливый обладатель спортивной газеты тотчас переворачивал страницу, а доносившиеся со всех сторон реплики знатоков и ценителей спорта были маловразумительными.

Выйдя из автобуса, Иван Михайлович смог восстановить в памяти лишь следующие крохи информации.

1. Команда А одержала победу над командой В.
2. Африканская команда получила золотые медали.
3. Команда В одержала победу над командой D.
4. По всему было видно, что первое и второе места достанутся американским командам, и вдруг в последний момент между ними вклинилась европейская команда.
5. Африканская команда отстала от всех остальных участников финала.

6. Первыми финишировали 3 африканских бегуна.
7. Команда F одержала победу над командой В.
8. Команда Е одержала победу над командой F.
9. В составе европейских команд не было африканских спортсменов.

Располагая этими отрывочными сведениями, Иван Михайлович попытался восстановить, как распределились места между шестью командами, участвовавшими в финале эстафетного бега, но тщетно.

Наконец, после тщательного анализа Иван Михайлович понял, что одна из девяти перечисленных выше посылок ложная. Он что-либо не так понял, либо плохо разглядел, либо неправильно вспомнил.

Все остальные посылки истинны.

Как распределились места между шестью командами, принимавшими участие в финальном забеге?

Решение задачи:

Для того чтобы решить задачу, необходимо, прежде всего, выяснить, какое из девяти приведенных утверждений ложно.

Итак, проанализируем данные утверждения. Если утверждение (9) заведомо верно (по условию задачи), то нетрудно установить, что утверждения (4), (5), и (6) не могут быть истинными одновременно.

Действительно, если истинно утверждение (6), то 3 первые места разделили между собой 2 африканские и 1 американская команды, либо 1 африканская и 2 американские команды. Но по утверждению (5) 2 африканские команды не могли быть среди тех, кто вышел на первые три места, а по утверждению (4) 2 американские команды могли занять лишь первое и третье места. Кроме того, из этого же утверждения (4) следует, что на второе место вышла европейская команда и, следовательно, среди обладателей трех первых мест не было ни одной африканской команды.

Таким образом, ложные сведения должны содержаться в каком-то из утверждений (4), (5) и (6), а остальные утверждения истинны, т. к. по условию задачи ложным является только одно утверждение. Воспользуемся сначала заведомо истинными утверждениями.

Объединим утверждения (1), (3) и (7) в одно, т. к. они взаимосвязаны между собой. Прочитав их в последовательности (1)-(7)-(3), приходим к следующему выводу: если исключить команды С и Е, то представители остальных команд могли прийти к финишу лишь в последовательности А, F, В, D. Следовательно, среди команд, занявших 3 первые места, заведомо должна быть европейская команда А. В худшем случае, она могла выйти на третье место, но оказалась среди призеров. Это означает, что утверждение (6) ложно. Чтобы определить, какое место заняла каждая из шести команд, расположим истинные утверждения в следующем порядке: (2), (4), (5), (8), (1)-(7)-(3), (9).

Как видно из утверждений (2) и (1)-(7)-(3), первое место могла занять лишь команда С, поскольку команда D заведомо не вышла на первое место. По утверждению (5), команда D могла занять лишь последнее, шестое место.

Утверждения (8) и (1)-(7)-(3) позволяют схематически изобразить распределение мест между четырьмя остальными командами так, как показано на рис. 1.2 (острие стрелки направлено к команде, показавшей лучшее время, конец - к команде, занявшей последнее место).

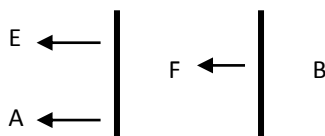


Рис.1.2 Распределение мест между четырьмя явно не лидирующими командами

Остается невыясненным, какая из команд: Е или А - показала лучший результат. Эту неопределенность помогает разрешить утверждение (4). Согласно схеме, между двумя американскими командами Е и F могла "вклиниться" только европейская команда А.

Следовательно, представители четырех команд, о которых идет речь, могли пересечь линию финиша лишь в следующей последовательности: Е, А, F, В. Это означает, что команда С заняла первое место, Е - второе, А - третье, F - четвертое, В - пятое и команда D - шестое место.

Индивидуальное задание

Решите задачу, согласно вашему варианту. Опишите ход решения задачи, логические рассуждения.

Вариант 1

На острове живут два племени: молодцы, которые всегда говорят правду, и лжецы, которые всегда лгут. Путешественник встретил туземца, спросил его, кто он такой, и, когда услышал, что он из племени молодцов, нанял его в услужение. Они пошли и увидели вдали другого туземца, и путешественник послал своего слугу спросит его, к какому племени он принадлежит. Слуга вернулся и сказал, что тот утверждает, что он из племени молодцов.

Ответьте, был ли слуга молодцом или же лгуном.

Вариант 2

Четыре юных филателиста - Митя, Толя, Саша и Петя - купили почтовые марки. Каждый из них покупал марки только одной страны, причем двое из них купили российские марки, один - болгарские, а один - словацкие. Известно, что Митя и Толя купили марки двух разных стран. Марки разных стран купили Митя с Сашей, Петя с Сашей, Петя с Митей и Толя с Сашей. Кроме того, известно, что Митя купил не болгарские марки.

Какие марки купил каждый из мальчиков?

Вариант 3

Четыре человека взялись выполнять работу маляра, слесаря, кузнеца и штукатура - каждый будет делать что-то одно. Выяснилось, что Антон не будет маляром и не будет слесарем, Алексей не будет кузнецом и не будет маляром, Евгений не будет слесарем и не будет маляром, Дмитрий не будет кузнецом и не будет слесарем. Известно также, что если Антон не будет кузнецом, то Дмитрий не будет маляром.

Кто и какую работу будет выполнять?

Вариант 4

Пятеро девушек поехали в отпуск каждая на своей машине. Все машины были разного цвета. Первой ехала на белой машине американка. За ней на «Тойоте» русская. За француженкой на синей машине ехал желтый «Ситроен». Замыкала колонну англичанка на фиолетовом «Форде». «Плимут» был новее «Бьюика», но менее мощный, поэтому он ехал в середине колонны, а полька восхитительно выглядела в своем брючном костюме. Одна из машин была зеленого цвета.

Кто и на какой машине ехал - указать цвет и марку.

Вариант 5

Вернувшись домой, Мегре позвонил на набережную Орфевр.

Говорит Мегре. Есть новости?

Да, шеф. Поступили сообщения от инспекторов. Торранс установил, что если Франсуа был пьян, то либо Этьен убийца, либо Франсуа лжет. Жульен считает, что или Этьен убийца, или Франсуа не был пьян, и убийство произошло после полуночи. Инспектор Люка просил передать вам, что если убийство произошло после полуночи, то либо Этьен убийца, либо Франсуа лжет. Затем позвонила...

Все. Спасибо. Этого достаточно.

Комиссар положил трубку. Он знал, что трезвый Франсуа никогда не лжет. Теперь он знал все.

Опишите, что знает Мегре?

Вариант 6

Семья состоит из пяти человек: Алексея, Веры, Даша, Глеба и Евгении. Когда семья смотрит телевизор, то соблюдаются следующие условия:

- Смотрят либо Даша, либо Евгения, либо обе вместе.
- Смотрят либо Глеб, либо Вера, но не вместе.
- Даша и Глеб либо смотрят вместе, либо вместе не смотрят.
- Если телевизор смотрит Алексей, то смотрит и Вера.
- Если телевизор смотрит Евгения, то смотрят Алексей и Даша.

Кто смотрит телевизор?

Вариант 7

Брауну, Джонсу и Смиту предъявлено обвинение в ограблении банка. Похитители скрылись на поджидавшем их автомобиле. На следствии Браун показал, что преступники скрылись на синем «Бьюике», Джонс сказал, что это был «Форд-мустанг» и ни в коем случае не синий. Смит заявил, что это была не синяя «Тойота».

Стало известно, что желая запутать следствие, каждый из них указал правильно либо только марку машины, либо ее цвет.

Какого цвета и какой марки был автомобиль?

Вариант 8

Николай хотел пригласить в гости Андрея, Виктора, Сергея, Дмитрия, Евгения, Федора, Георгия и Олега. При этом он столкнулся со следующими трудностями:

- Андрей никогда не придет, если пригласить Виктора или Сергея, или если одновременно придут Дмитрий и Евгений.
- Дмитрий придет только в том случае, если будет приглашен и Евгений.
- Евгений не примет приглашения, если придет Виктор.
- Федор наносит визиты только в сопровождении Георгия.
- Олег не будет возражать против присутствия Федора только в том случае, если будет приглашен и Андрей.
- Если не будет приглашен Федор, то Олег будет против приглашения Евгения.
- Чтобы пришел Георгий, необходимо пригласить Дмитрия или Олега.
- Георгий откажется от приглашения, если пригласят Евгения без Андрея, а также в случае приглашения Виктора или Сергея.

Кого мог пригласить Николай?

Вариант 9

В составе экспедиции должно быть шесть специалистов: биолог, врач, синоптик, гидролог, механик и радист. Имеется восемь кандидатов, из которых нужно выбрать шесть участников экспедиции. Имена претендентов: Андрей, Виктор, Сергей, Дмитрий, Евгений, Федор, Григорий, Николай.

Обязанности биолога могут выполнять Евгений и Григорий, врача - Андрей и Дмитрий, синоптика - Федор и Григорий, гидролога - Виктор и Федор, радиста - Сергей и Дмитрий, механика - Сергей и Николай. Предусмотрено, что в экспедиции каждый выполняет только одну обязанность.

Кого и в какой должности следует включить в экспедицию, если Федор не может ехать без Виктора, Дмитрий - без Николая и без Сергея, Сергей не может ехать вместе с Григорием, Андрей вместе с Виктором?

Вариант 10

Пятеро друзей - Андрей, Борис, Виктор, Григорий и Дмитрий решили записаться в кружок любителей логических задач. Руководитель кружка дал им задание. Они должны были приходить на занятия по возможности чаще, но в разных сочетаниях, соблюдая следующие условия:

- Если Андрей приходит вместе Дмитрием, то Борис должен присутствовать.
- Если Дмитрий отсутствует, то Борис должен быть, а Виктор должен отсутствовать.
- Если приходит Дмитрий, то Григорий пусть не приходит.
- Андрей и Виктор не могут одновременно ни присутствовать, ни отсутствовать.
- Если Борис отсутствует, то Дмитрий должен присутствовать, но в том случае, если не присутствует Виктор.
- Если Виктор присутствует, но отсутствует Борис, то Григорий должен быть, а Дмитрий должен отсутствовать.

В каких сочетаниях друзья могли посещать занятия?

Вариант 11

Один лицеист очень хотел подарить «валентинку» своей любимой девочке. Он так сильно спешил, что подбегая к крыльцу поскользнулся и упал. Придя в себя он никак не мог вспомнить, кому он хотел подарить «валентинку». В голове крутились имена: Таня, Лена, Аня, Катя и Марина. Но вспомнить нужно только одно. Напрягая свою память несчастному влюбленному удалось установить следующее:

- Если я люблю Таню, то я люблю Лену или Аню.
- Если я люблю Лену, то я люблю Аню и Катю.
- Если я люблю Аню или Катю, то я не люблю Марину.
- Если я не люблю Катю, то я люблю Таню и Марину.

Кого любит лицеист?

Вариант 12

В семье пять дочерей. У каждой свой гардероб с разноцветными (т.е. ни у одной нет, например, двух красных или трех зеленых) платьями (у всех разное количество, но не больше 12 нарядов). Каждая носит все свои платья по очереди, день за днем, не меняя порядка (например, красное, белое, голубое, красное, белое, голубое ...).

Наблюдательная соседка заметила, что:

- 1 июня Бетти была в голубом платье, Барбара и Беатрис в красных, Берта в зеленом, а Белла в желтом.
- 11 июня две девушки были одеты в красные платья, одна в зеленое, одна в голубое и одна в белое.
- 19 июня Берта была в зеленом, а Белла в желтом, остальные в красных.
- Берта была одета в желтое платье 22 июня и в белое 23 июня.
- 1 июля все девушки были одеты точно также как и 1 июня.

Кто был в зеленом платье 11 июня?

Вариант 13

Семеро друзей - Антонов, Борисов, Васильев, Глебов, Дмитриев, Егоров и Иванов - по странному стечению обстоятельств имеют совпадающие имена, причем ни один из них не является «тезкой» своей фамилии.

Кроме того, о них известно следующее:

- Все кроме Антонова и Глебова уже женаты.
- Невесте Егора очень не нравится фамилия жениха.
- Фамилия Глеба совпадает с именем Иванова.
- Жены Дмитриева и Ивана - родные сестры.

- Тот, чье имя совпадает с фамилией Бориса, женат, и его фамилия совпадает с именем Егорова.
 - Иван, Егор, Василий - brunety.
 - Остальные четверо, в числе которых Иванов, Егоров и Васильев, - блондины.
- Какая фамилия у Василия?

Вариант 14

В семье пять человек: муж, жена, их сын, сестра мужа и отец жены. Их профессии - инженер, юрист, слесарь, учитель и экономист. Известно, что юрист и учитель - не кровные родственники. Слесарь младше экономиста, и оба играют в футбол за сборную своего завода. Инженер моложе учителя, но старше жены своего брата.

Назовите профессии каждого.

Вариант 15

На банкете пять подруг сидели за одним столиком. Каждая из них заказывала какой-нибудь напиток, основное блюдо и десерт. Бренда и миссис Берн пили martinis, а Бетти и миссис Браун предпочли шерри. Миссис Бэйкер была за рулем и поэтому она попросила принести ей фруктовый сок. Бренда и мисс Брод заказывали стейк, а Берил и мисс Бейкер - рост-биф. На десерт Берил и мисс Блэк ели выпечку, а Барбара и мисс Бейкер - мороженное. Одна из подруг заказывала фруктовый салат. Ни у кого из сидящих рядом друг с другом не было двух одинаковых блюд.

Кто заказывал утку и что ела Бриджит?

Практическая работа № 2 КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Цель работы: научиться осуществлять классификацию систем по различным признакам, понять ее необходимость и предназначение в процессе реализации системного подхода.

Краткие теоретические сведения

Классификацией называется распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам. Признак или их совокупность, по которым объекты объединяются в классы, являются основанием классификации. Класс – это совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности.

Системы разделяют на классы по различным признакам, и в зависимости от решаемой задачи можно выбирать разные принципы классификации.

Классификации всегда относительны.

Цель любой классификации – ограничить выбор подходов к отображению системы, сопоставить выделенным классам приемы и методы системного анализа и дать рекомендации по выбору методов для соответствующего класса систем.

При этом система может быть одновременно охарактеризована несколькими признаками, т.е. ей может быть найдено место одновременно в разных классификациях, каждая из которых может оказаться полезной при выборе методов моделирования.

Контрольный пример

Техническая система – легковой автомобиль. Классификация системы по признакам приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1.

№пп	Признак классификации	Тип объекта по признаку	Обоснование принадлежности
1	Степень организованности	Хорошо организованная	Определены элементы системы, их взаимосвязи, правила объединения элементов

2	Вид формализованного аппарата представления	Детерминированная	Поведение можно предвидеть
3	По происхождению	Искусственная	Создана человеком
4	По основным элементам	Конкретная	Создана из материальных элементов
5	По взаимодействию со средой	Открытая	Работа определяется и внутренним состоянием и внешними ресурсом (топливо)
6	По степени сложности	Простая	Связи между элементами легко поддаются описанию
7	По естественному разделению	Техническая	Искусственно, созданная человеком
8	По принципу формирования	Несаморазвивающаяся	Развивается за счет внешнего воздействия

Описание системы: автомобиль – это техническая (механическая), целостная система, состоящая из различных подсистем: охлаждения, подачи топлива и т.д. Подчинена основной цели – передвижение в пространстве. Благодаря связи между элементами, подсистемами и их согласованной работе автомобиль способен двигаться. Обладает свойством эмерджентности – в случае поломки даже при наличии всех частей не может выполнять основную функцию.

Это система с высокой степенью автоматизации. Связана с окружающей средой, с нерегулярным поступлением внешних воздействий (топлива, начала/окончания работы, возможности передвижения и т.д.). Обладает многоаспектностью – несет в себе технический аспект, экономический (стоимость), социальный (статус), психологический (преимущества и возможности при обладании машиной).

Полезность системы для человека – возможность комфортного, быстрого перемещения для решения собственных задач.

Индивидуальное задание

1. Провести классификацию систем (одной технической и одной социально-экономической) результат занести в табл. 2.2. Варианты систем взять из табл. 2.3.

Таблица 2.2

Наименование объекта классификации:

№пп	Признак классификации	Тип объекта по признаку	Обоснование принадлежности
1			
2			

2. Провести описание систем, приводя полные ответы на следующие пункты:

- определение основной цели функционирования системы;
- дать анализ системы по всем основным признакам;
- определить полезность (потребность) системы для общества (человека);

Таблица 2.3

Примеры систем для индивидуального выполнения

Вариант	Техническая система	Социально-экономическая система
1	САПР	Бутик
2	Грузовик	Птицеферма
3	Вентилятор	Швейный цех
4	Кондиционер	Гостиница
5	Пианино	Музей

6	Телевизор	Ректорат
7	Телефон	Химчистка
8	Фотоаппарат	Частный предприниматель
9	Трамвай	Кооператив
10	Кофемолка	Суд
11	Микрофон	ВУЗ
12	Осциллограф	Зоопарк
13	Телескоп	Трикотажная фабрика
14	Самолет	Салон красоты
15	Огнетушитель	Милиция

Практическая работа № 3

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТКА ИНФОРМАЦИИ

Цель работы: освоить и закрепить практические навыки по принятию и обоснованию управленческих 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 и 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, что то же, 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 $ОДО = 0,5 * 0 + 0,5 * 100 = 50$ 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.

3.1. Простые задачи

Контрольный 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_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. 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, отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение ОДО.

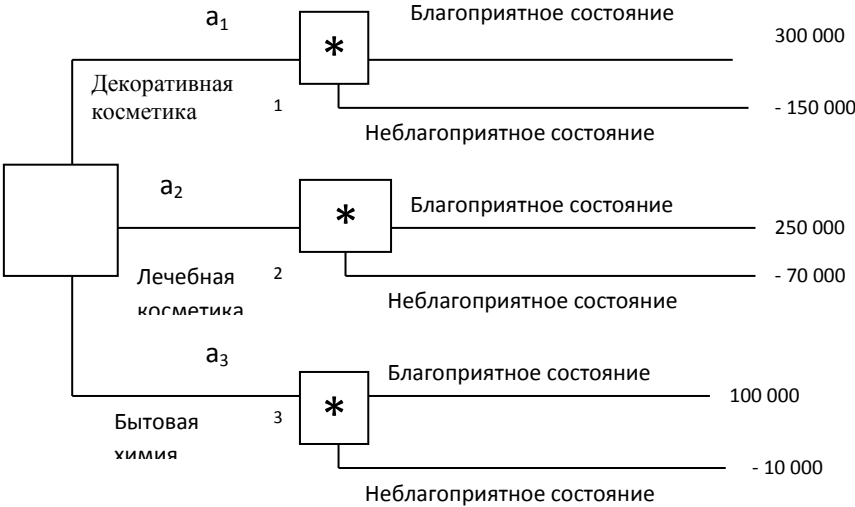


Рис. 3.1. Дерево решений без дополнительного обследования рынка



Рис. 3.2. Итоговое дерево решений

Определим средний ожидаемый выигрыш:

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

Индивидуальное задание

Решите задачу, согласно вашему варианту, используя метод дерева решений.

Вариант 1

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 равен 0,5; неблагоприятного – 0,5.

Вариант 2

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 лицейу 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 3

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 4

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 5

В консалтинговую фирму «ВИЕРИ» обратился клиент с просьбой рассмотреть варианты инвестирования. В результате маркетингового исследования были предложены 3 варианта (А, В, С) (табл.3.2).

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

Таблица 3.2

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

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 6

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 и 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 7

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 8

"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 9

Компания "Молодой сыр" - небольшой производитель различных продуктов из сыра. Один из продуктов - сырная паста - продается в розницу. Вадим Ароматов, менеджер компании, должен решить, сколько ящиков сырной пасты следует производить в течение месяца. Вероятности того, что спрос на сырную пасту в течение месяца будет 6, 7, 8 ящиков равны соответственно 0,2, 0,3, 0,5. Затраты на производство одного ящика 45 тыс. рублей. Ароматов продает каждый ящик по цене 95 тыс. рублей. Если ящик с сырной пастой не продается в течение месяца, то она портится и компания не получает дохода.

Сколько ящиков следует производить в течение месяца?

Какова ожидаемая стоимостная ценность этого решения?

Вариант 10

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 11

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 12

Леониду Хлоркину, главному инженеру компании "Белый каучук", надо решить, монтировать новую производственную линию, использующую новейшую технологию или модернизировать старую. Монтровка новой линии обойдется предприятию в 20 млн. рублей. Если новая линия будет безотказно работать, компания получит прибыль 200 млн. рублей. Если же она откажет, то компания может потерять 150 млн. рублей. По оценкам Хлоркина, существует 60% шансов, что новая производственная линия откажет.

Модернизация старой линии обойдется в 10 млн. рублей. После модернизации старая линия может принести прибыль в 100 млн. рублей, если не произойдет отказа, при отказе убыток составит 60 млн. рублей. Вероятность безотказной работы модернизированной линии оценивается как 45%.

Следует ли монтировать новую производственную линию или модернизировать старую?

Какова ожидаемая стоимостная ценность наилучшего решения?

3.2. Усложненные задачи

Контрольный пример

Усложним рассмотренную выше задачу. 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.

Определим средний ожидаемый выигрыш:

- для вершины 4 $ОД_4 = 0,78 * 300\,000 + 0,22 * (-150\,000) = 201\,000$ руб.;
- для вершины 5 $ОД_5 = 0,78 * 250\,000 + 0,22 * (-70\,000) = 179\,600$ руб.;
- для вершины 6 $ОД_6 = 0,78 * 100\,000 + 0,22 * (-10\,000) = 75\,800$ руб.;
- для вершины 7 $ОД_7 = 0,27 * 300\,000 + 0,73 * (-150\,000) = -28\,500$ руб.;
- для вершины 8 $ОД_8 = 0,27 * 250\,000 + 0,73 * (-70\,000) = 16\,400$ руб.;
- для вершины 9 $ОД_9 = 0,27 * 100\,000 + 0,73 * (-10\,000) = 19\,700$ руб.;

- для вершины 10 $ОД_{10} = 0,4 * 201\ 000 + 0,6 * (-19\ 700) = 68\ 580$ 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).

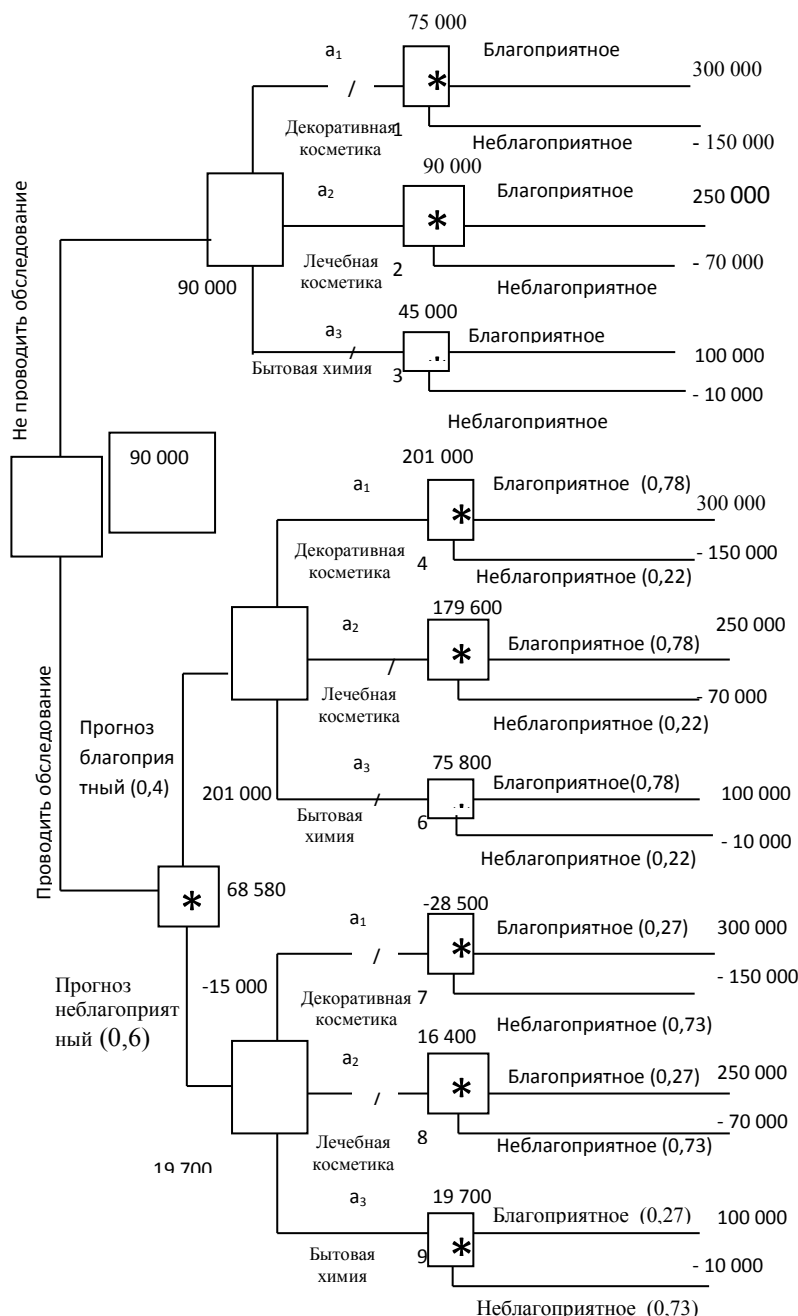


Рис. 3.3. Дерево решений при дополнительном обследовании рынка

Индивидуальное задание

Решить задачу, согласно вашему варианту, используя метод дерева решений.

Вариант 1

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 тем как принимать решение бизнесмен должен определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка или нет, причем предоставляемая услуга обойдется в 2 000 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 2

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 3

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 4

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 5

В консалтинговую фирму «ВИЕРИ» обратился клиент с просьбой рассмотреть варианты инвестирования. В результате маркетингового исследования были предложены 3 варианта (А, В, С) (табл. 3.5).

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

Перед тем как принимать решение инвестор может заказать дополнительное исследование состояния рынка, предоставляемая услуга обойдется в 5 000 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 6

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 и 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 имеет намерение 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 7

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 8

"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.

Стоит ли проводить дополнительное исследование? Сколько ящиков закупать фирме для продажи еженедельно?

Вариант 9

Компания "Молодой сыр" - небольшой производитель различных продуктов из сыра. Один из продуктов - сырная паста - продается в розницу. Вадим Ароматов, менеджер компании, должен решить, сколько ящиков сырной пасты следует производить в течение месяца. Вероятности того, что спрос на сырную пасту в течение месяца будет 6, 7, 8 ящиков равны соответственно 0,2, 0,3, 0,5. Затраты на производство одного ящика 45 тыс. рублей Ароматов продает каждый ящик по цене 95 тыс. рублей. Если ящик с сырной пастой не продается в течение месяца, то она портится и компания не получает дохода.

Проведение дополнительных исследований обойдется фирме в 20 тыс. рублей. Дополнительные исследования показывают, что вероятности спроса на сырную пасту в течение месяца будут для 6, 7, 8 ящиков равны соответственно 0,35, 0,25, 0,4.

Стоит ли проводить дополнительное исследование? Сколько ящиков следует производить в течение месяца? Какова ожидаемая стоимостная ценность этого решения?

Вариант 10

Дмитрий 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 в 3 млн. рублей. Дмитрий считает, что 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 Дмитрий 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 11

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 12

Леониду Хлоркину, главному инженеру компании "Белый каучук", надо решить, монтировать или нет новую производственную линию, использующую новейшую технологию. Если новая линия будет безотказно работать, компания получит прибыль 200 млн. рублей. Если же она откажет, то компания может потерять 150 млн. рублей. По оценкам Хлоркина, существует 60% шансов, что новая производственная линия откажет.

Можно создать экспериментальную установку, а затем уже решать, монтировать или нет производственную линию. Эксперимент обойдется в 10 млн. рублей. Леонид считает, что существует 50% шансов, что экспериментальная установка будет работать. Если экспериментальная установка будет работать, то 90% шансов за то, что производственная линия, если ее смонтировать, также будет работать. Если же экспериментальная установка не будет работать, то только 20% шансов за то, что производственная линия будет работать.

Следует ли построить экспериментальную установку? Следует ли монтировать производственную линию? Какова ожидаемая стоимостная ценность наилучшего решения?

Контрольные вопросы

1. Перечислите и дайте описание этапов решения задачи с помощью дерева решения.
2. Опишите процесс построения дерева решений.
3. Какие основные процедуры должны быть выполнены на этапе формулирования задачи?
4. Как в методе «дерево решений» отмечается процесс перехода из одного состояния в другое?
5. Для какого типа задач применяется метод «дерево решений»?
6. Что такое безусловный денежный эквивалент?
7. Что такое ожидаемая денежная оценка?
8. Какого игрока называют «субъективистом»?
9. Какого игрока называют «объективистом»?
10. Чем позиция «субъективиста» отличается от позиции «объективиста»?

Лабораторная работа №4

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. ИГРЫ С ПРИРОДОЙ

Цель работы: освоить и закрепить практические навыки по принятию и обоснованию управленческих решений в условиях недостатка информации, когда одним из игроков не имеет конкретной цели и случайным образом выбирает очередные «ходы».

Краткие теоретические сведения

Отличительная особенность игры с природой состоит в том, что в ней сознательно действует только один из участников, в большинстве случаев называемый игроком 1. Игрок 2 (природа) сознательно против игрока 1 не действует, а выступает как не имеющий конкретной цели и случайным образом выбирающий очередные «ходы» партнер 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 $g=1, \dots, n$ $a_{ki} \leq a_{gi}$, $k, l = 1, \dots, m$, 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 -ой стратегии.

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

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

$$r_{ij} = a_{ij} - \beta_i, \text{ где } \beta_i = \min_j a_{ij}, \text{ при заданном } i. \quad 1 \leq j \leq n \text{ если } a_{ij} - \text{потери (затраты)}$$

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 $W = \max_i \min_j a_{ij}$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$ – *максиминный критерий*.

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

В соответствии с критерием Вальда из всех самых неудачных результатов выбирается лучшей. 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 :

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

Применение критерия Сэвиджа позволяет любыми путями избежать большого риска при выборе стратегии, а значит, избежать большого 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:

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

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

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:

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

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.

Контрольный пример

Транспортное предприятие должно определить уровень своих производственных возможностей так, чтобы удовлетворить спрос клиентов на транспортные услуги на планируемый период. Спрос на транспортные услуги не известен, 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

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. Использовать: критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий Гурвица.

Решение

Имеются четыре варианта спроса на транспортные услуги, что равнозначно наличию четырех состояний «природы»: $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$. Известны так же четыре стратегии развития провозных возможностей транспортного предприятия: A_1, A_2, A_3, A_4 . Затраты на развитие провозных возможностей при каждой паре Π_i и A_j 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 Π_1 : $\beta_1 = 6$

Для Π_2 : $\beta_2 = 7$

Для Π_3 : $\beta_3 = 9$

Для П4: $\beta_j = 15$

Матрица рисков имеет следующий вид:

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

Критерий Вальда

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

Для А1: $\max a_{ij} = 24$

Для А2: $\max a_{ij} = 28$

Для А3: $\max a_{ij} = 23$

Для А4: $\max a_{ij} = 27$

$W = \min \max a_{ij} = 23 \Rightarrow$ 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: $\max r_{ij} = 21$

$S = \min \max r_{ij} = 11 \Rightarrow$ 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 применяются критерий:

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

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

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

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

Индивидуальное задание

Решите задачу, согласно вашему индивидуальному варианту.

Вариант 1

Найти наилучшие стратегии по критериям: Вальда, Сэвиджа, Гурвица (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 2

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 А и матрице рисков R при коэффициенте пессимизма $p = 0; 0,5; 1$. При этом выделить критерии максимакса, Вальда и Сэвиджа.

Вариант 3

Дана следующая матрица выигрышей:

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi 1 & \Pi 2 & \Pi 3 & \Pi 4 & \Pi 5 & \Pi 6 \\ A1 & 15 & 12 & 1 & -3 & 18 & 20 \\ A2 & 2 & 15 & 9 & 7 & 1 & 3 \\ A3 & 0 & 6 & 15 & 21 & -2 & 5 \\ A4 & 8 & 20 & 12 & 3 & 0 & 4 \end{pmatrix}$$

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

Вариант 4

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

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 5

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			
	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 6

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 табл. 4.4.

Таблица 4.4

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 7

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 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 8

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

Таблица 4.6

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 9

Магазин может завести один из трех типов товара A_i ; их реализация и прибыль магазина зависит 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

Тип товара	Спрос		
	B1	B2	B3
A1	20	15	10
A2	16	12	14
A3	13	18	15

Определить какой товар закупать магазину.

Вариант 10

Дана следующая матрица выигрышей:

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

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

Вариант 11

Администрация театра нужно решить, сколько заказать программки для представлений. Стоимость заказа 200 ф. ст. плюс 30 пенсов за штуку. Программки продаются по 60 пенсов за штуку, и к тому же доход от рекламы составит дополнительные 300 ф. ст. Из прошлого опыта известна посещаемость театра (табл.4.8).

Таблица 4.8

Посещаемость	4000	4500	5000	5500	6000
Ее вероятность	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1

Ожидается, что 40% зрителей купят программки.

1. Используя критерии Вальда, Сэвиджа и Гурвица, определите, сколько программки должна заказать администрация театра.

2. Допустим, что рекламодатели увеличат сумму с 300 до 400 ф. ст. число посетителей будет больше 5250, к тому же спрос на программки будет полностью удовлетворен. Как это повлияет на рекомендации в п.1?

Вариант 12

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 таблице:

Таблица 4.9

Стратегии	Состояние природы			
	S1	S2	S3	S4
A1	20	12	15	15
A2	14	23	12	26
A3	25	21	24	30

Выберите оптимальное решение в соответствии с критериями Вальда, Сэвиджа, Гурвица (при коэффициенте пессимизма равном 0,6).

Вариант 13

Пекарня печет хлеб на продажу магазинам. Себестоимость одной булки составляет 30 пенсов, ее продают за 40 пенсов. В табл. 4.10 приведены данные о спросе за последние 50 дней:

Таблица 4.10

Спрос в день, тыс. шт.	10	12	14	16	18
Число дней	5	10	15	15	5

Если булка испечена, но не продана, то убытки составят 20 пенсов за штуку. Используя критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица (при коэффициентах: 0,4- вероятность максимальной покупки, 0,6 – вероятность минимальной покупки), определите, сколько булок нужно выпекать в день.

Вариант 14

Компания выбирает, какой вид продукции целесообразно производить. Имеются четыре вида продукции A_j . Определена прибыль от производства каждого вида продукции в зависимости от состояний экономической среды B_i . Значения прибыли для различных видов продукции и состояний природы приведены в табл. 4.11.

Таблица 4.11

Вид продукции	Состояние экономической среды		
	B1	B2	B3
A1	40	52	45
A2	58	45	89
A3	45	36	65
A4	36	89	45

Требуется выбрать лучший проект легкового автомобиля для производства, используя критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица при коэффициенте пессимизма 0,4. Сравнить решения и сделать выводы.

Вариант 15

Компания "Kilroy" выпускает очень специфичный безалкогольный напиток, который упаковывается в 40-пинтовые бочки. Напиток готовится в течение недели, и каждый понедельник очередная партия готова к употреблению. Однако в одно из воскресений всю готовую к продаже партию пришлось выбросить. Секретный компонент, используемый для приготовления напитка, покупается в небольшой лаборатории, которая может производить каждую неделю в течение полугода (так налажено производство) только определенное количество этого компонента. Причем он должен быть использован в кратчайший срок.

Переменные затраты на производство одной пинты напитка составляют 70 пенсов, продается она за 1,50 ф. ст. Однако компания предвидит, что срыв поставок приведет к потере части покупателей в долгосрочной перспективе, а следовательно, придется снизить цену на 30 пенсов. За последние 50 недель каких-либо явных тенденций в спросе выявлено не было (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Спрос на бочки в неделю	3	4	5	6	7
Число недель	5	10	15	10	10

Определите, что нужно предпринять, используя критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица при коэффициенте пессимизма 0,5. Сравнить решения и сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит отличительная особенность принятия решения в игре с «природой»?
2. Специфика мажорирования стратегий в игре с природой?
3. Опишите два способа задания матрицы игры с природой.
4. Что такое величина риска в игре с природой?
5. Опишите критерий Вальда.
6. Опишите критерий Сэвиджа?
7. Опишите критерий Гурвица.
8. Что такое коэффициент пессимизма в критерии Гурвица?
9. В каких критериях используется матрица выигрышей?
10. В каких критериях используется матрица рисков?

Лабораторная работа №5 МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Цель работы: изучить принципы метода иерархий, произвести оценку и выбор объектов (услуг) согласно варианту выбранного индивидуального задания, используя метод анализа иерархий (МАИ).

Краткие теоретические сведения

Иерархия возникает, когда системы, функционирующие на одном уровне, функционируют как часть системы более высокого уровня, становясь подсистемами этой системы. МАИ является иерархической 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 определенную цель - первый уровень иерархии.
2. Построить иерархию, начиная с вершины:
 - Первый уровень: цель
 - Второй уровень: критерии
 - Третий уровень: перечень альтернатив.
3. Построить множество матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней.
4. После проведения всех парных сравнений определяются λ max и коэффициент согласованности.
5. Этапы 3, 4, 5 провести для всех уровней и групп иерархии.
6. Построить вектор глобальных приоритетов.
7. Определить результат.

Для оценки важности критериев при построении матриц парных сравнений используется таблица важности (табл. 5.1).

Таблица 5.1

1 - равная важность
3 - умеренное превосходство одного над другим
5 - существенное превосходство одного над другим
7 - значительное превосходство одного над другим
9 - очень сильное превосходство одного над другим
2, 4, 6, 8 - соответствующие промежуточные значения

Контрольный пример

Нужно произвести выбор секретаря из девушек, подавших резюме. Отбор девушек происходит по пяти 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 следующее описание девушек:

1. Ольга.

Приятная внешность. Отличное знание английского языка. Хорошее знание делопроизводства. 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. 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. Плохое знание английского языка, не приятная внешность.

5. Жанна.

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

Решение:

1. Строим иерархию (рис.5.1):

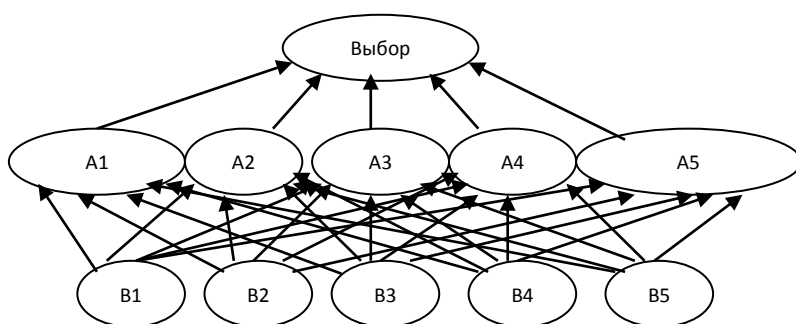


Рис.5.1.Иерархия

Где:

A1, A2, ..., A5 – критерии Делопроизводство, Внешний вид, Английский язык, Знание компьютера, Умение разговаривать по телефону.

B1, B2, ..., B5 – альтернативы Ольга, Елена, Светлана, Галина, Жанна.

2. Строим матрицу парных сравнений для критериев и рассчитываем оценки. Для этого строим матрицу размерностью 5x5 (по числу критериев) и подпишем строки и столбцы наименованиями сравниваемых критериев.

Заполняем табл.5.2. Для этого попарно сравниваем критерий из строки с критерием из столбца по отношению к цели - выбору секретаря. Значения из шкалы относительной важности (табл. 5.1) вписываем в ячейки, образованные пересечением соответствующей строки и столбца.

Таблица 5.2

КРИТЕРИИ	Внешность	Язык	Делопроизводство	Компьютер	Телефон
Внешность	1	1/5	1/5	1/6	1/6
Язык	5	1	1/3	1/3	1/3
Делопроизводство	5	3	1	1/2	2
Компьютер	6	3	2	1	2
Телефон	6	3	1/2	1/2	1

Сначала определяем оценки компонент собственного вектора. Так для критерия "Внешность" это будет:

$$(1 \times 1/5 \times 1/5 \times 1/6 \times 1/6)^{1/5} = 0,25654$$

Получив сумму оценок собственных векторов ($= 6,39069$), вычисляем нормализованные оценки вектора приоритета для каждого критерия, разделив значение оценки собственного вектора на эту сумму. Для того же критерия "Внешность" имеем:

$$0,25654 / 6,39069 = 0,04014$$

Результаты заносим в табл. 5.3.

Таблица 5.3

КРИТЕРИИ	Внешность	Язык	Делопр-зв-во	Компьютер	Телефон	Оценки компонент собственного вектора	Нормализованные оценки вектора приоритета
Внешность	1	1/5	1/5	1/6	1/6	0,25654	0,04014
Язык	5	1	1/3	1/3	1/3	0,71226	0,11145
Делопр-зв-во	5	3	1	1/2	2	1,71877	0,26895
Компьютер	6	3	2	1	2	2,35216	0,36806
Телефон	6	3	1/2	1/2	1	1,35096	0,21140
Сумма:						6,39069	

Рассчитаем L_{max} (табл. 5.4):

Таблица 5.4

Сумма по столбцам	23,00	10,20	4,03	2,50	5,50	
Произведение суммы по столбцам и нормализованной оценки вектора приоритета	0,9233	1,1368	1,084	0,92	1,163	Сумма (L_{max}): 5,2268

Сравнивая нормализованные оценки вектора приоритета можно сделать вывод, что наибольшее значение при выборе секретаря придется критерию "Знание компьютера".

Необходимо проверить, насколько суждения были непротиворечивыми при составлении матрицы парных сравнений критериев. Для этого необходимо рассчитать отношение согласованности и индекс согласованности для этой матрицы.

$OS = Is / \text{число, соответствующее случайной согласованности матрицы пятого порядка, равного } 1,12$.
Отношение согласованности должно быть меньше 10.

$$Is = (L_{max} - n) / (n - 1)$$

$$Is = (5,2268 - 5) / (5 - 1) = 0,0567$$

$$OS = 0,0567 / 1,12 = 5,06\%$$

Величина $OS < 10\%$ значит пересматривать свои суждения нет нужды

3. Строим матрицу парных сравнений для альтернатив (девушек) по каждому критерию и рассчитываем оценки. Для этого строим матрицы размерностью 5×5 (по числу альтернатив) и подпишем строки и столбцы наименованиями альтернатив.

Для этого попарно сравниваем альтернативу из строки с альтернативой из столбца по каждому критерию отдельно. Значения из шкалы относительной важности (табл. 5.1) вписываем в ячейки, образованные пересечением соответствующей строки и столбца.

Затем определяем оценки компонент собственного вектора для каждой матрицы. Получив сумму оценок собственных векторов, вычисляем нормализованные оценки вектора приоритета для каждой альтернативы по каждому критерию.

Затем для каждой матрицы рассчитываем отношение согласованности и индекс согласованности. Расчеты приведены в табл. 5.5 – табл. 5.14.

3.1. Критерий «Внешность»

Таблица 5.5

	Ольга	Елена	Светлана	Галина	Жанна	Оценки компонент собственного вектора	Нормализо- ванные оценки вектора приоритета
Ольга	1	1/5	5	6	1/4	1,084472	0,150519
Елена	4	1	6	7	2	3,200869	0,444264
Светлана	1/5	1/6	1	3	1/5	0,457305	0,063472
Галина	1/6	1/7	1/3	1	1/5	0,275507	0,038239
Жанна	4	1/2	5	5	1	2,186724	0,303506
Сумма						7,204876	

Рассчитаем $L_{\max}$:

Таблица 5.6

Сумма по столбцам	9,3667	2,0095	17,3333	22,0000	3,6500	
Произведение суммы по столбцам и нормализованной оценки вектора приоритета	1,409863	0,89276	1,100174	0,841256	1,107797	Сумма ($L_{\max}$): 5,35185

$$I_c = (5,35485 - 5) / (5 - 1) = 0,0879$$

$$OC = 0,0879 / 1,12 = 7,85\%$$

Величина $OC < 10\%$ значит пересматривать свои суждения нет нужды

3.2. Критерий «Знание языка»

Таблица 5.7

	Ольга	Елена	Светлана	Галина	Жанна	Оценки компонент собственного вектора	Нормализованные оценки вектора приоритета
Ольга	1	9	7	5	3	3,936283	0,509802
Елена	1/9	1	1/3	1/5	1/7	0,253538	0,032837
Светлана	1/7	3	1	1/3	1/5	0,491119	0,063607
Галина	1/5	5	3	1	1/3	1,000000	0,129514
Жанна	1/3	7	5	3	1	2,040257	0,264241
Сумма						7,721196	

Рассчитаем $L_{\max}$:

Таблица 5.8

Сумма по столбцам	1,7873	25,0302	16,3603	9,5603	4,6729	
Произведение суммы по столбцам и нормализованной оценки вектора приоритета	0,91117	0,8219	1,04062	1,23819	1,2348	Сумма ($L_{\max}$): 5,24665

$$I_c = (5,24665 - 5) / (5 - 1) = 0,0617$$

$OC = 0,0617 / 1,12 = 5,51\%$ Величина $OC < 10\%$ значит пересматривать свои суждения нет нужды

3.3. Критерий «Делопроектирование»

Таблица 5.9

	Ольга	Елена	Светлана	Галина	Жанна	Оценки компонент собственного вектора	Нормализованные оценки вектора приоритета
Ольга	1	5	1/3	3	7	2,032079	0,265887
Елена	1/5	1	1/7	1/4	4	0,491119	0,064260
Светлана	3	7	1	4	9	3,772049	0,493552
Галина	1/3	4	1/4	1	5	1,107566	0,144919
Жанна	1/7	1/4	1/9	1/5	1	0,239842	0,031382
Сумма						7,642656	

Рассчитаем $L_{\max}$:

Таблица 5.10

Сумма по столбцам	4,7065	17,2500	1,8340	8,4500	26,0000	
-------------------	--------	---------	--------	--------	---------	--

Произведение суммы по столбцам и нормализованной оценки вектора приоритета	1,2514	1,10849	0,9052	1,22457	0,8159	Сумма (Lmax): 5,30554
--	--------	---------	--------	---------	--------	-----------------------

$$Ис = (5,30554-5)/(5-1) = 0,07639$$

ОС = 0,07639/1,12 = 6,82% Величина ОС < 10% значит пересматривать свои суждения нет нужды

3.4. Критерий «Знание компьютера»

Таблица 5.11

	Ольга	Елена	Светлана	Галина	Жанна	Оценки компонент собственного вектора	Нормализованные оценки вектора приоритета
Ольга	1	1/3	1/9	1/7	1/8	0,230790	0,029162
Елена	3	1	1/7	1/4	1/5	0,464592	0,058705
Светлана	9	7	1	5	4	4,169405	0,526838
Галина	7	4	1/5	1	1/2	1,228660	0,155251
Жанна	8	5	1/4	2	1	1,820564	0,230043
Сумма						7,914011	

Рассчитаем Lmax:

Таблица 5.12

Сумма по столбцам	28,0303	17,3300	1,7040	8,3929	5,8250	
Произведение суммы по столбцам и нормализованной оценки вектора приоритета	0,8174	1,0174	0,8977	1,3030	1,3400	Сумма (Lmax): 5,3755

$$Ис = (5,3755-5)/(5-1) = 0,0939$$

ОС = 0,0939/1,12 = 8,38% Величина ОС < 10% значит пересматривать свои суждения нет нужды

3.5. Критерий «Умение общаться по телефону»

Таблица 5.13

	Ольга	Елена	Светлана	Галина	Жанна	Оценки компонент собственного вектора	Нормализованные оценки вектора приоритета
Ольга	1	1/4	1/2	1/5	3	0,595679	0,084998
Елена	4	1	2	1/3	6	1,737605	0,247942
Светлана	2	1/2	1	1/4	5	1,045640	0,149204
Галина	5	3	4	1	7	3,353689	0,478543
Жанна	1/3	1/6	1/5	1/7	1	0,275507	0,039312
Сумма						7,008119	

Рассчитаем Lmax:

Таблица 5.14

Сумма по столбцам	12,3333	4,9470	7,7000	1,9229	22,0000	
Произведение суммы по столбцам и нормализованной оценки вектора приоритета	1,0483	1,2266	1,1489	0,9202	0,8649	Сумма (Lmax): 5,209

$$Ис = (5,209-5)/(5-1) = 0,052$$

ОС = 0,052/1,12 = 4,66% Величина ОС < 10% значит пересматривать свои суждения нет нужды

4. Рассчитаем вектор глобальных приоритетов.

Подсчитываем значения глобального приоритета для каждой из альтернатив как сумму произведений значения вектора приоритета для критерия и значения вектора локального приоритета этой альтернативы в отношении данного критерия, т.е. для альтернативы Ольга это будет:

$$0,040142 * 0,150519 + 0,111453 * 0,509802 + 0,268950 * 0,265887 + 0,368060 * 0,029162 + 0,211395 * 0,084998 = 0,163073$$

Результаты заносим в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Альтернативы	Критерии					Глобальные приоритеты
	Внешность	Язык	Делопроизводство	Компьютер	Телефон	
	Численное значение вектора приоритета					
	0,040142	0,111453	0,268950	0,368060	0,211395	
	Ольга	0,150519	0,509802	0,265887	0,029162	
Елена	0,444264	0,032837	0,064260	0,058705	0,247942	0,112797
Светлана	0,063472	0,063607	0,493552	0,526838	0,149204	0,367827
Галина	0,038239	0,129514	0,144919	0,155251	0,478543	0,213249
Жанна	0,303506	0,264241	0,031382	0,230043	0,039312	0,143054

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.

Произвести описание, оценку и выбор наилучшего объекта (услуги) из шести вариантов по шести критериям, согласно вашему варианту, используя метод анализа иерархий. Варианты представлены в табл. 5.16.

Таблица 5.16

Вариант	Тема исследования
Вариант 1	Выбор бытовой техники: стиральная машина.
Вариант 2	Выбор средств оргтехники: копировальный аппарат
Вариант 3	Выбор косметических средств
Вариант 4	Выбор мебели
Вариант 5	Выбор бытовой техники: видеокамера
Вариант 6	Выбор парфюмерии
Вариант 7	Выбор бытовой техники: цифровой фотоаппарат
Вариант 8	Выбор ювелирного изделия.
Вариант 9	Выбор средств оргтехники: телефон
Вариант 10	Выбор домашнего животного
Вариант 11	Выбор квартиры
Вариант 12	Выбор бытовой техники: микроволновая печь.
Вариант 13	Выбор автомобиля.
Вариант 14	Выбор изделия легкой промышленности
Вариант 15	Выбор средств оргтехники: сканер

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные этапы метода анализа иерархий.
2. Опишите процесс попарного сравнения объекта по какому-либо признаку.

3. Опишите шкалу выбора приоритетов.
4. Перечислите основные свойства матрицы попарных сравнений.
5. Как происходит формирование вектора локальных приоритетов?
6. Опишите процесс свертки сводной матрицы локальных приоритетов.
7. На основании чего происходит выбор оптимального варианта в методе анализа иерархий?
8. Используются ли в методе анализа иерархий основные принципы синтеза сложных систем.
9. Можно ли отнести метод анализа иерархий к методам экспертных оценок?
10. Опишите процесс получения вектора глобальных приоритетов.

