

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о подписавшем:

ФИО: Баламиров Назим Пюдинович

Должность: И.о. ректора

Дата подписания: 21.08.2023 02:39:13

Уникальный программный ключ:

2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaedebee849

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

Учебно- методические указания
к выполнению лабораторных работ №1-№4
по дисциплине «Теория систем и системный анализ» для студентов,
обучающихся по направлению подготовки бакалавров 01.03.02
«Прикладная математика и информатика» профиль подготовки «Системное
программирование и компьютерные технологии».
(Часть I)

УДК 681.3.06(072)

Учебно- методические указания к выполнению лабораторных работ №1-№4 по дисциплине «Теория систем и системный анализ» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» профиль подготовки «Системное программирование и компьютерные технологии». –Махачкала: ИПЦ ДГТУ, 2021.-35с.

Учебно- методические указания подготовлены в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования.

Учебно- методические указания содержат описания лабораторных работ по темам:

1. Решение логических задач
2. Решение задач оптимизации с использованием MS EXCEL
3. Принятие решений в условиях недостатка информации
4. Принятие решений в условиях неопределенности игры с природой

Каждая лабораторная работа содержит теоретический материал и практическую часть.

Составители: ст. преподаватель кафедры «Прикладной математики и информатики» Алиосманова О.А.

Рецензент:

Зав. кафедрой «ПОВТ и АС» ДГТУ, к.э.н., доцент Т.Г.Айгумов

Ведущий научный сотрудник лаборатории комплексного освоения возобновляемых источников энергии Института проблем геотермии и возобновляемой энергетики – филиала ОИВТ РАН, д.т.н. Д.Н. Кобзаренко

Печатается согласно постановлению

Ученого совета Дагестанского государственного технического университета

от _____ 2021 г.

Оглавление

Лабораторная работа № 1 РЕШЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	4
Индивидуальное задание	9
Контрольные вопросы	12
Лабораторная работа № 2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ С	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL	12
Индивидуальное задание	16
Контрольные вопросы.	22
Лабораторная работа № 3 ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ	
НЕДОСТАТКА ИНФОРМАЦИИ.....	22
Индивидуальное задание	25
Контрольные вопросы	27
Лабораторная работа № 4 ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ	
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИГРЫ С ПРИРОДОЙ.....	28
Индивидуальное задание	32
Контрольные вопросы	36
Список литературы	36

Лабораторная работа № 1 РЕШЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

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

Основные понятия алгебры логики

Для решения логических задач применяется алгебра логики или Булева алгебра.

Алгебра логики – это раздел математики, изучающий высказывания, рассматриваемые со стороны их логических значений (истинности или ложности) и логических операций над ними.

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

Логическое высказывание – это любое повествовательное предложение, в отношении которого можно однозначно сказать, истинно оно или ложно. Не всякое предложение является логическим высказыванием. *Пример:* Предложение «Давайте пойдем в кино» не является высказыванием. Вопросительные и побудительные предложения высказываниями не являются.

Высказывательная форма – это повествовательное предложение, которое прямо или косвенно содержит хотя бы одну переменную и становится высказыванием, когда все переменные замещаются своими значениями.

Алгебра логики рассматривает любое высказывание только с одной точки зрения – является ли оно истинным или ложным. Слова и словосочетания «не», «и», «или», «если..., то», «тогда и только тогда» и другие позволяют из уже заданных высказываний строить новые высказывания. Такие слова и словосочетания называются **логическими связками**.

Высказывания, образованные из других высказываний с помощью логических связок, называются **составными** (сложными). Высказывания, которые не являются составными, называются **элементарными** (простыми).

Каждая логическая связка рассматривается как операция над логическими высказываниями и имеет свое название и обозначение (табл. 1).

Таблица 1. Основные логические операции

Обозначение операции	Читается	Название операции	Альтернативные обозначения
$\neg$	НЕ	Отрицание (инверсия)	Черта сверху
$\wedge$	И	Конъюнкция (логическое умножение)	$\cdot$ &

$\vee$	ИЛИ	Дизъюнкция (логическое сложение)	$+$
$\rightarrow$	Если ... то	Импликация	$\supset$
$\leftrightarrow$	Тогда и только тогда	Эквиваленция	$\sim$
XOR	Либо ...либо	Исключающее ИЛИ (сложение по модулю 2)	$\oplus$

Связки имеют следующий приоритет: $\neg \wedge \vee \rightarrow \equiv$. Приоритет операций, представленных логическими связками можно изменить с помощью скобок.

НЕ Операция, выражаемая словом «не», называется **отрицанием** и обозначается чертой над высказыванием (или знаком $\neg$). Высказывание $\neg A$ истинно, когда A ложно, и ложно, когда A истинно. *Пример:* Пусть A =«Сегодня пасмурно», тогда $\neg A$ =«Сегодня не пасмурно».

И Операция, выражаемая связкой «и», называется **конъюнкцией** или логическим умножением и обозначается точкой « $\bullet$ » (может также обозначаться знаками $\wedge$ или $\&$). Высказывание $A \bullet B$ истинно тогда и только тогда, когда оба высказывания A и B истинны. *Пример:* Высказывание «Число 6 делится на 2, и число 6 делится на 3» - истинно, а высказывание «Число 6 делится на 2, и число 6 больше 10» - ложно.

ИЛИ Операция, выражаемая связкой «или» (в неисключающем смысле этого слова), называется **дизъюнкцией** или логическим сложением и обозначается знаком $\vee$ (или плюсом). Высказывание $A \vee B$ ложно тогда и только тогда, когда оба высказывания A и B ложны. *Пример:* Высказывание «Число 6 делится на 2 или число 6 больше 10» - истинно, а высказывание «Число 6 делится на 5 или число 6 больше 10» - ложно.

ЕСЛИ ... ТО Операция, выражаемая связками «если ..., то», «из ... следует», «... влечет ...», называется **импликацией** и обозначается знаком $\rightarrow$.

Высказывание $A \rightarrow B$ ложно тогда и только тогда, когда A истинно, а B ложно.

Пример: Высказывание «если студент сдал все экзамены на «отлично», то он получит стипендию». Очевидно, эту импликацию следует признать ложной лишь в том случае, когда студент сдал на «отлично» все экзамены, но стипендии не получил. В остальных случаях, когда не все экзамены сданы на «отлично» и стипендия получена либо когда экзамены вообще не сданы и о стипендии не может быть и речи, импликацию можно признать истинной.

РАВНОСИЛЬНО Операция, выражаемая связками «тогда и только тогда», «необходимо и достаточно», «... равносильно ...», называется **эквиваленцией** или **двойной импликацией** и обозначается знаком $\leftrightarrow$ или $\sim$. Высказывание $A \leftrightarrow B$ истинно тогда и только тогда, когда значения A и B совпадают. *Пример:* Высказывание «Число является четным тогда и только тогда, когда оно делится без остатка на 2» является истинным, а высказывание «Число

является нечетным тогда и только тогда, когда оно делится без остатка на 2» - ложно.

ЛИБО ... ЛИБО Операция, выражаемая связками «Либо ... либо», называется исключающее **ИЛИ** или **сложением по модулю 2** и обозначается XOR или $\oplus$. Высказывание $A \oplus B$ истинно тогда и только тогда, когда значения A и B не совпадают.

Пример: Высказывание «Число 6 либо нечетно либо делится без остатка на 2» является истинным, а высказывание «Либо число 6 четно либо число 6 делится на 3» – ложно, так как истинны оба высказывания входящие в него.

Замечание. Импликацию можно выразить через дизъюнкцию и отрицание:

$$A \rightarrow B = \neg A \vee B$$

Эквиваленцию можно выразить через отрицание, дизъюнкцию и конъюнкцию:

$$A \leftrightarrow B = (\neg A \vee B) \wedge (\neg B \vee A)$$

Исключающее **ИЛИ** можно выразить через отрицание, дизъюнкцию и конъюнкцию:

$$A \oplus B = (\neg A \wedge B) \vee (\neg B \wedge A)$$

Операций отрицания, дизъюнкции и конъюнкции достаточно, чтобы описывать и обрабатывать логические высказывания.

С помощью логических переменных и символов логических операций любое высказывание можно формализовать, то есть заменить логической формулой (логическим выражением).

Логическая формула - символическая запись высказывания, состоящая из логических величин (констант или переменных), объединенных логическими операциями (связками).

Логическая функция - функция логических переменных, которая может принимать только два значения: 0 или 1. В свою очередь, сама логическая переменная (аргумент логической функции) тоже может принимать только два значения: 0 или 1.

Значения логической функции для разных сочетаний значений входных переменных задаются специальной таблицей - **таблицей истинности**. Приведем таблицу истинности основных логических операций (табл. 2)

Таблица 2

A	B	$\neg A$	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	$A \leftrightarrow B$	$A \oplus B$
1	1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	0

Опираясь на данные таблицы истинности основных логических операций можно составлять таблицы истинности для более сложных формул.

Пример. «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).

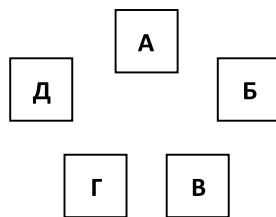


Рис. 1.1. Расположение по порядку

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 Махачкале.

Следовательно, А, Д и Б либо А, Д и Г служили в Махачкале. А поскольку мы знаем, что Б не служил в Махачкале, 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 капитан 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.

Пример. «Финальный забег»

Каждый второй пассажир в автобусе с увлечением 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 4*100 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-ни- будь, чтобы заглянуть через плечо, как счастливый обладатель спортивной газеты тотчас переворачивал страницу, а доносившиеся со всех сторон реплики знатоков и ценителей спроса 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 послышки истинны.

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

Решение задач.: 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).

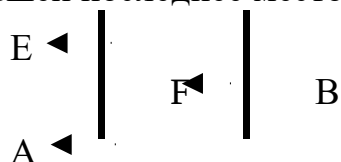


Рис. 1.2. Распределение мест между четырьмя явно не лидирующими командами

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 спросить 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, Даши, Глеба и Евгении. Когда семья смотрит телевизор, то соблюдаются следующие условия:

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

е) 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:

- а) Андрей никогда не придет, если пригласить Виктора или Сергея, или если одновременно придут Дмитрий и Евгений;
- б) Дмитрий придет только в том случае, если будет приглашен и Евгений;
- с) Евгений не примет приглашения, если придет Виктор;
- д) Федор наносит визиты только в сопровождении Георгия;
- е) Олег не будет возражать против присутствия Федора только в том случае, если будет приглашен и Андрей;
- ф) Если не будет приглашен Федор, то Олег будет против приглашения Евгения;
- г) Чтобы пришел Георгий, необходимо пригласить Дмитрия или Олега;
- h) 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. На банкете пять подруг сидели за одним столиком. Каждая из них заказывала какой-нибудь напиток, основное блюдо и десерт. Бренда и миссис Берн пили martini, 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 – ростбиф. На десерт Берил и мисс Блэк ели выпечку, а Барбара и мисс Бейкер – мороженое. 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?

Контрольные вопросы

1. Что такое конъюнкция?
2. Что такое дизъюнкция?
3. Что такое инверсия?
4. Чем логическое сложение отличается от логического умножения?
5. Что такое элементарное логическое высказывание?
6. Перечислите основные функции алгебры логики.
7. Будет ли истиной двойное отрицание факта?
8. Опишите процесс принятия логического решения.
9. Возможно ли решение логических задач без использования операций алгебры логики?
10. Как обозначается отрицание факта в алгебре логики?

Лабораторная работа № 2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL

Цель работы: закрепить навыки постановки типовых задач линейного программирования и освоить методику их решения на основе использования табличного процессора MS Excel.

Ежедневно специалисты в области экономики и менеджмента сталкиваются с задачами оптимизации. Это и премирование штатного расписания, и расчет фонда заработной платы, и планирование рекламной кампании, и еще множество задач, решаемых с помощью методов оптимизации. Наиболее легкими и показательными являются задачи линейной оптимизации.

Линейное программирование – это раздел высшей математики, занимающийся разработкой методов поиска экстремальных значений линейной функции, на неизвестные которой наложены линейные ограничения.

Задачи линейного программирования относятся к задачам на условный экстремум функции. Однако для исследования линейной функции многих переменных на условный экстремум нельзя применить хорошо разработанные методы математического анализа.

Действительно, пусть необходимо исследовать на экстремум линейную функцию $Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ при линейных ограничениях $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i$ ($i=1, m$). Необходимым условием экстремума является $\partial Z / \partial x_j = 0$ ($j=1, n$). Но $\partial Z / \partial x_j = c_j$. Отсюда $c_j = 0$ ($j=1, n$). Так как все коэффициенты линейной функции не могут быть равны нулю, то внутри области, образованной системой ограничений, экстремальные точки не существуют. Они могут быть только на границе области.

Для решения таких задач разработаны специальные методы линейного программирования, которые особенно широко применяются в экономике

Пример 1. Для производства столов и шкафов мебельная фабрика использует необходимые ресурсы. Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие		Общее количество ресурсов
	Стол	Шкаф	
Древесина 1 вида	0,2	0,1	40
Древесина 2 вида	0,1	0,3	60
Трудоемкость (человеко-часов)	1,2	1,5	371,4
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	6	8	

Определить, сколько столов и шкафов фабрике следует изготавливать, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Решение задачи: Для решения этой задачи необходимо построить математическую модель. Процесс построения модели можно начать с ответа на следующие три вопроса:

1. Для определения каких величин строится модель?
2. В чем состоит цель, для достижения которой из множества всех допустимых значений переменных выбираются оптимальные?
3. Каким ограничениям должны удовлетворять неизвестные?

В данном случае мебельной фабрике необходимо спланировать объем производства столов и шкафов так, чтобы максимизировать прибыль. Поэтому переменными являются: x_1 – количество столов, x_2 – количество шкафов

Суммарная прибыль от производства столов и шкафов равна $z = 6x_1 + 8x_2$. Целью фабрики является определение среди всех допустимых значений x_1 и x_2 таких, которые максимизируют суммарную прибыль, т.е. целевую функцию z .

Ограничения, которые налагаются на x_1 и x_2 :

- объем производства шкафов и столов не могут быть отрицательным, следовательно $x_1, x_2 \geq 0$.

нормы затрат древесины на столы и шкафы не могут превосходить максимально возможный запас данного исходного продукта, следовательно

$$0,2x_1 + 0,1x_2 \leq 40,$$

$$0,1x_1 + 0,3x_2 \leq 60.$$

Кроме того, ограничение на трудоемкость не превышает количества

затрачиваемых ресурсов:

$$1,2x_1 + 1,5x_2 \leq 371,4.$$

Таким образом, математическая модель данной задачи имеет следующий вид: максимизировать функцию

$$z = 6x_1 + 8x_2$$

при следующих ограничениях:

$$0,2x_1 + 0,1x_2 \leq 40$$

$$0,1x_1 + 0,3x_2 \leq 60$$

$$1,2x_1 + 1,5x_2 \leq 371,4.$$

Данная модель является линейной, т.к. целевая функция и ограничения линейно зависят от переменных.

Решение задачи с помощью MS Excel

	A	B	C	D
1	Переменные			
2	x1	x2		
3				
4	Функция цели:		=6*A3+8*B3	
5				
6				
7	=0,2*A3+0,1*B3		40	
8	=0,1*A3+0,3*B3		60	
9	=1,2*A3+1,5*B3		371,4	
10				

Рис. 2.1. Диапазоны, отведенные под переменные, целевую функцию и ограничения

1. Отвести ячейки A3 и B3 под значения переменных x_1 и x_2 (рис. 2.1).
2. В ячейку C4 ввести функцию цели: $=6 A3 + 8 B3$, в ячейки A7:A9 ввести левые части ограничений:
 $= 0,2 A3 + 0,1 B3$
 $= 0,1 A3 + 0,3 B3$
 $= 1,2 A3 + 1,5 B3$,
а в ячейки B7:B9 – правые части ограничений (рис. 2.1).
3. Выбрать команду **Сервис/Поиск решения** (Tools/Solver) и заполнить открывшееся диалоговое окно **Поиск решения** (Solver) так, как показано на рис. 2.2. Средство поиска решений является одной из надстроек Excel. Если в меню **Сервис** (Tools) отсутствует команда **Поиск решения** (Solver), то для ее установки необходимо выполнить команду **Сервис/ Надстройки/ Поиск решения** (Tools/Add-ins/Solver). Для ввода ограничений нажмите кнопку **Добавить**.

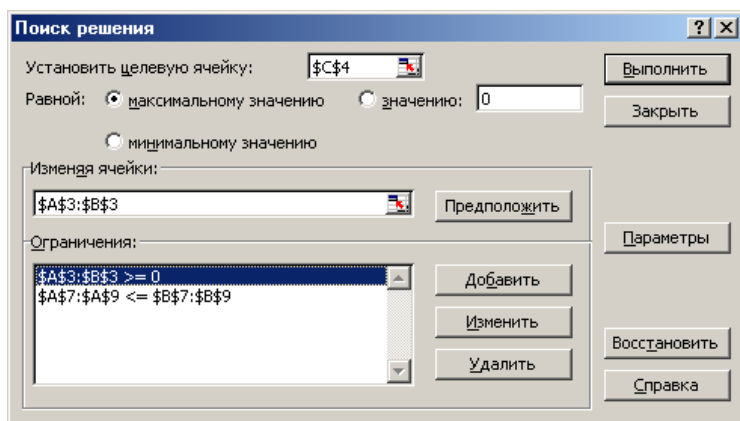


Рис. 2.2. Диалоговое окно **Поиск решения** задачи о максимизации прибыли на фабрике

Внимание! В диалоговом окне **Параметры поиска решения** (Solver Options) необходимо установить флажок **Линейная модель** (Assume Linear Model) (рис. 2.3).

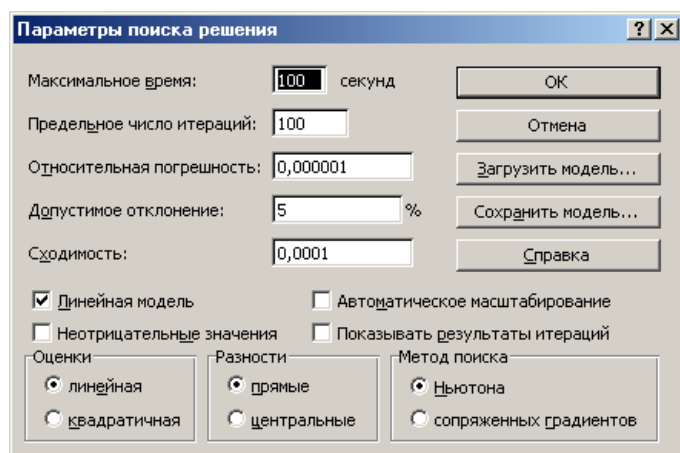


Рис. 2.3. Диалоговое окно **Параметры поиска решения**

4. После нажатия кнопки **Выполнить** (Solve) открывается окно **Результаты поиска решения** (Solver Results), которое сообщает, что решение найдено (рис. 2.4).

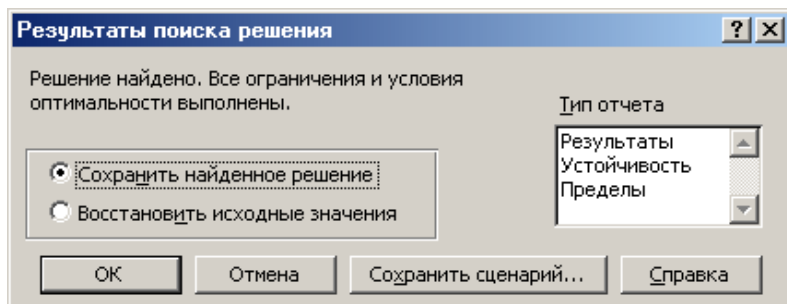


Рис. 2.4. Диалоговое окно **Результаты поиска решения**

5. Результаты расчета задачи представлены на рис. 2.5, из которого видно, что оптимальным является производство 102 столов и 166 шкафов. Этот объем производства принесет фабрике 1940 руб. прибыли.

	A	B	C	D
1	Переменные			
2	x1	x2		
3	102	166		
4	Функция цели:		1940,00	
5				
6				
7	37,00	40		
8	60,00	60		
9	371,40	371,4		
10				

Рис. 2.5. Результаты расчета с помощью средства поиска решений для задачи максимизации выпуска столов и шкафов

Индивидуальное задание

1. Построить математическую модель задачи согласно вашему варианту.
2. Решить задачу с помощью средства MS Excel **Поиск решения**.
3. Сделать соответствующие выводы.

Вариант 1. Для производства двух видов изделий А и В используется токарное, фрезерное и шлифовальное оборудование. Нормы затрат времени для каждого из типов оборудования на одно изделие данного вида приведены в табл. 2.2. В ней же указан общий фонд рабочего времени каждого из типов оборудования, а также прибыль от реализации одного изделия.

Таблица 2.2

Тип оборудования	Затраты времени (станко-часов) на обработку одного изделия		Общий фонд полезного рабочего времени
	A	B	
Фрезерное	1	8	16
Токарное	0	1	8
Шлифовальное	5	0	18
	6	1	0
		2	14
			4
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	14	18	

Определить план выпуска изделий вида А и В, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.

Вариант 2. На звероферме могут выращиваться черно-бурые лисицы и песцы. Для обеспечения нормальных условий их выращивания используется три вида кормов. Количество корма каждого вида, которое должны ежедневно получать лисицы и песцы, приведено в табл. 2.3. В ней же указаны общее количество корма

каждого вида, которое может быть использовано зверофермой, и прибыль от реализации одной шкурки лисицы и песца.

Найти оптимальное соотношение количества кормов и численности поголовья лис и песцов.

Таблица 2.3

Вид корма	Количество единиц корма, которое ежедневно должны получать		Общее количество корма
	А	В	
Вид 1	2	3	18
Вид 2	4	1	0
Вид 3	6	7	24
			0
			42
			6
Прибыль от реализации одной шкурки (руб.)	16	12	

Вариант 3. Для изготовления различных изделий А, В и С предприятие использует три разных вида сырья. Нормы расхода сырья на производство одного изделия каждого вида, цена одного изделия А, В и С, а также общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано предприятием, приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Вид сырья	Норма затрат сырья (кг) на одно изделие			Общее количество сырья (кг)
	А	В	С	
Вид 1	1	1	1	360
Вид 2	8	5	2	192
Вид 3	6	4	8	180
	5	3	3	
Цена одного изделия (руб.)	9	10	16	

Изделия А, В и С могут производиться в любых соотношениях (сбыт обеспечен), но производство ограничено выделенным предприятию сырьем каждого вида.

Составить план производства изделий, при котором общая стоимость всей произведенной предприятием продукции является максимальной.

Вариант 4. На швейной фабрике для изготовления четырех видов изделий может быть использована ткань трех артикулов. Нормы расхода тканей всех артикулов на пошив одного изделия приведены в табл. 2.5. В ней же указаны имеющиеся в распоряжении фабрики общее количество тканей каждого артикула и цена одного изделия данного вида.

Таблица 2.5

	Норма расхода ткани (м) на одно	Общее
--	---------------------------------	-------

Артикул ткани	изделие вида				количес тво ткани (м)
	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	
Артикул 1	1	-	2	1	18
Артикул 2	-	1	3	2	0
Артикул 3	4	2	-	4	21
					0
					80
					0
Цена одного изделия (руб.)	9	6	4	7	

Определить, сколько изделий каждого вида должна произвести фабрика, чтобы стоимость изготовленной продукции была максимальной.

Вариант 5. Фабрика «GRM pie» выпускает два вида каш для завтрака – «Crunchy» и «Chewy». Используемые для производства обоих продуктов ингредиенты в основном одинаковы и, как правило, не являются дефицитными.

Основным ограничением, накладываемым на объем выпуска, является наличие фонда рабочего времени в каждом из трех цехов фабрики.

Управляющему производством Джою Дисону необходимо разработать план производства на месяц. В табл. 2.6 указаны общий фонд рабочего времени и число человеко-часов, требуемое для производства 1 т продукта.

Таблица 2.6

Цех	Необходимый фонд рабочего времени, чел.-ч./т		Общий фонд рабочего времени, чел.-ч. в месяц
	«Crunchy»	«Chewy»	
А. Производство	1	4	100
В. Добавка	0	2	0
приправС.	3	5	360
Упаковка	2		600

Доход от производства 1 т «Crunchy» составляет 150 ф. ст., а от производства «Chewy» – 75 ф. ст. На настоящий момент нет никаких ограничений на возможные объемы продаж. Имеется возможность продать всю произведенную продукцию.

Требуется сформулировать модель линейного программирования, максимизирующую общий доход фабрики за месяц, и реализовать решение этой модели.

Вариант 6. Оливер А. Петерс скоро уйдет на пенсию, и ему предстоит решить, как поступить с единовременным пособием, которое в соответствии с пенсионной программой будет предоставлено ему фирмой. М-р Петерс и его супруга намерены предпринять длительную поездку в Австралию к своей дочери сроком на два года, поэтому любые сделанные в настоящий момент инвестиции будут свободны для использования на данный период. Очевидно, цель м-ра

Петерса состоит в максимизации общего дохода от вложений, полученного за двухлетний период.

Мистера Петерса проконсультировали, что наилучшим вариантом вложения инвестиций был бы инвестиционный фонд, и в настоящее

время он рассматривает возможность помещения инвестиций в один из таких фондов, состоящий из инвестиций трех типов – А, В и С. Сумма единовременного пособия составит 25000 ф. ст., однако мистер Петерс считает, что нет необходимости вкладывать в данный инвестиционный фонд все деньги; часть из них он намерен перевести на свой счет жилищно-строительного кооператива, который гарантирует ему 9% годовых.

По мнению бухгалтера фирмы, мистеру Петерсу следует попытаться распределить свои инвестиции таким образом, чтобы обеспечить как получение дохода, так и рост капитала. Поэтому ему посоветовали не менее 40% от общей суммы вложить в вариант А и перевести на свой счет. Для обеспечения значительного роста капитала не менее 25% общей суммы денежных средств, вложенных в инвестиционный фонд, необходимо поместить в проект В, однако вложения в В не должны превышать 35% общего объема вложений в инвестиционный фонд ввиду высокой вероятности риска, соответствующей проекту В. Кроме того, для сохранности капитала в проекты А и С следует вложить не менее 50% средств, помещаемых в инвестиционный фонд.

В настоящее время проект А позволяет получать 10% годовых и обеспечивает 1% роста капитала, проект В предполагает рост капитала в 15%; проект С дает 4% годовых и 5%-й рост капитала.

Требуется, учитывая цель м-ра Петерса, сформулировать модель линейного программирования, показывающую, как следует распределить сумму единовременного пособия между различными проектами инвестиций.

Вариант 7. Китайская компания с ограниченной ответственностью по производству гусеничных механизмов выпускает пять сходных друг с другом товаров – А, В, С, D и Е. В табл. 2.7 представлены расходы ресурсов, необходимых для выпуска единицы каждого товара, а также недельные запасы каждого ресурса и цены продажи единицы каждого продукта.

Таблица 2.7

Ресурсы	Товар					Недельный запас ресурса
	А	В	С	D	Е	
Сырье, кг	6,00	6,50	6,10	6,10	6,40	35000
Сборка, ч	1,00	0,75	1,25	1,00	1,00	6000
Обжиг, ч	3	4,50	6	6	4,50	30000
Упаковка, ч	0,50	0,50	0,50	0,75	1,00	4000
Цена продажи, ф. ст.	40	42	44	48	52	

Известны также издержки, связанные с использованием каждого вида ресурсов:

сырье – 2,10 ф. ст. за 1 кг;

сборка – 3,00 ф. ст. за 1 ч;
 обжиг – 1,30 ф. ст. за 1 ч;
 упаковка – 8,00 ф. ст. за 1 ч.

Требуется сформулировать задачу линейного программирования таким образом, чтобы в качестве переменных как целевой функции, так и ограничений выступали ресурсы. Кратко сформулировать предпосылки применения модели. Для максимизации элементов, составляющих прибыль за неделю, следует использовать компьютерный пакет прикладных программ.

Вариант 8. Нефтяная компания «РТ» для улучшения эксплуатационных качеств и снижения точки замораживания дизельного топлива, которое она производит, добавляет в него определенные химикаты. В каждом бензобаке объемом 1000 л должно содержаться не менее 40 мг химической добавки X, не менее 14 мг химической добавки Y и не менее 18 мг химической добавки Z. Необходимые химические добавки в форме готовых смесей поставляют «РТ» две химические компании А и В. В табл. 2.8 приведено содержание химических добавок в каждом продукте, поставляемом указанными компаниями.

Таблица 2.8

Продукт	Химические добавки, мг/л		
	X	Y	Z
А	4	2	3
В	5	1	1

Стоимость продукта А – 1,50 ф. ст. за 1 л, а продукта В – 3,00 ф. ст. за 1 л. Требуется найти ассортиментный набор продуктов А и В, минимизирующий общую стоимость добавленных в топливо химикатов.

Вариант 9. Администрация компании «Nemesis Company», осуществляя рационализаторскую программу корпорации, приняла решение о слиянии двух своих заводов в Аббатсфилде и Берчвуде. Предусматривается закрытие завода в Аббатсфилде и за счет этого – расширение производственных мощностей предприятия в Берчвуде. На настоящий момент распределение рабочих высокой и низкой квалификации, занятых на обоих заводах, является следующим (табл. 2.9).

Таблица 2.9

Квалифика ция	Аббатсф илд	Берчвуд
Высокая	200	100
Низкая	300	200
Итого	500	300

В то же время после слияния завод в Берчвуде должен насчитывать 240 рабочих высокой и 320 рабочих низкой квалификации.

После проведения всесторонних переговоров с привлечением руководителей профсоюзов были выработаны следующие финансовые соглашения:

1. Все рабочие, которые попали под сокращение штатов, получают выходные пособия следующих размеров:

Квалифицированные рабочие – 2000 ф. ст.; Неквалифицированные рабочие –

1500 ф. ст.

2. Рабочие завода в Аббатсфилде, которые должны будут переехать, получат пособие по переезду в размере 2000 ф. ст.
3. Во избежание каких-либо преимуществ для рабочих Берчвудского завода доля бывших рабочих завода в Аббатсфилде на новом предприятии должна совпадать с долей бывших рабочих Берчвудского завода.

Требуется построить модель линейного программирования, в которой определяется, как осуществить выбор работников нового предприятия из числа рабочих двух бывших заводов таким образом, чтобы минимизировать общие издержки, связанные с увольнением и переменой места жительства части рабочих. В процессе формализации следует использовать следующие переменные:

S1-число квалифицированных рабочих, переведенных на новую работу с завода в Аббатсфилде,

S2 -число квалифицированных рабочих, переведенных на новую работу с завода в Берчвуде;

U1 число неквалифицированных рабочих, переведенных на новую работу с завода в Аббатсфилде;

U2 – число неквалифицированных рабочих, переведенных на новую работу с завода в Берчвуде.

Вариант 10. Компания «Bermuda Paint» – частная промышленная фирма, специализирующаяся на производстве технических лаков. Представленная ниже табл. 2.10 содержит информацию о ценах продажи и соответствующих издержках производства единицы полировочного и матового лаков.

Таблица 2.10

Ла к	Цена продажи 1 галлона, ф. ст.	Издержки производства 1 галлона, ср. ст.
Матовый Полировоч ный	13, 0 16, 0	9,0 10, 0

Для производства 1 галлона матового лака необходимо затратить 6 мин трудозатрат, а для производства одного галлона полировочного лака – 12 мин. Резерв фонда рабочего времени составляет 400 чел.-ч. в день. Размер ежедневного запаса необходимой химической смеси равен 100 унциям, тогда как ее расход на один галлон матового и полировочного лаков составляет 0,05 и 0,02 унции соответственно. Технологические возможности завода позволяют выпускать не более 3000 галлонов лака в день.

В соответствии с соглашением с основным оптовым покупателем компания должна поставлять ему 5000 галлонов матового лака и 2500 галлонов полировочного лака за каждую рабочую неделю (состоящую из 5 дней). Кроме того, существует профсоюзное соглашение, в котором оговаривается минимальный объем производства в день, равный 2000 галлонов. Администрации данной компании необходимо определить ежедневные объемы производства каждого вида

лаков, которые позволяют получать максимальный общий доход.

Требуется построить и решить линейную модель для производственной проблемы, с которой столкнулась компания. Для исходной задачи (не учитывающей сверхурочные работы) определить промежуток изменения показателя единичного дохода за 1 галлон полировочного лака, в котором исходное оптимальное решение остается прежним.

Контрольные вопросы.

1. Какого типа задачи могут быть решены с помощью линейного программирования?
2. Что понимается под оптимальным решением?
3. Что такое условный экстремум функции?
4. Что такое целевая функция?
5. При каких условиях математическую модель можно назвать линейной?
6. Опишите процесс решения задачи линейного программирования средствами MS Excel.
7. Опишите процесс решения средствами транспортной задачи при использовании Поиск решения MS Excel.
8. В чем отличие функций минимизации и максимизации при их задании в Поиске решения MS Excel?
9. Перечислите отличительные особенности решения транспортной задачи.
10. Опишите процесс формирования системы ограничений при решении задач линейного программирования.

Лабораторная 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.

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_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, 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 a₂, т.е. выпускать лечебную косметику, а ветви (стратегии) a₁ и a₃ дерева решений можно отбросить. ОДО наилучшего решения равна 90 000 руб.



Рис. 3.2. Итоговое дерево решений

Индивидуальное задание

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

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

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

Вариант 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 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?

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 один из игроков не имеет конкретной цели и случайным образом выбирает очередные «ходы».

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 $g=1, \dots, n$ $a_{kj} \geq a_{lj}$, $k, l=1, \dots, m$, то k -ю стратегию принимающего решения игрока 1 можно не рассматривать и вычеркнуть из матрицы игры. Столбцы, отвечающие стратегиям природы, вычеркивать из матрицы игры (исключать из рассмотрения) недопустимо, поскольку природа не стремится к выигрышу в игре с человеком, для нее нет целенаправленно выигрышных или проигрышных стратегий, она действует неосознанно.

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

$i \backslash j$	Π_1	Π_2	...	Π_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
	1			
A_2	a_{21}	a_{22}	...	
	1	a_{2n}		
...	...	...	...	...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	
	1	a_{mn}	.	

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) P_j , игрок выбирает ту стратегию, при которой его выигрыш максимальный или потеря минимальна, т.е.

$r_{ij} = \beta_i - a_{ij}$, где $\beta_i = \max a_{ij}$ при заданном j ; $1 \leq i \leq m$; если a_{ij} – выигрыш.
 $r_{ij} = a_{ij} - \beta_i$, где $\beta_i = \min a_{ij}$, при заданном j , $1 \leq i \leq m$; если a_{ij} – 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 : $S = \min \max r_{ij}$ $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$

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:

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

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

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

Применительно к матрице рисков R критерий пессимизма-оптимизма Гурвица имеет вид $H_R = \min(p \max r_{ij} + (1-p) \min r_{ij}), 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$

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

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

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

Пример. Транспортное предприятие должно определить уровень своих производственных возможностей так, чтобы удовлетворить спрос клиентов на транспортные услуги на планируемый период. Спрос на транспортные услуги неизвестен, но прогнозируется, что он может принять одно из четырех значений: 10, 15, 20 или 25 тыс. т. Для каждого уровня спроса существует наилучший уровень провозных возможностей транспортного предприятия. Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам либо из-за превышения провозных возможностей над спросом (из-за простоя подвижного состава), либо из-за неполного удовлетворения спроса на транспортные услуги. Возможные прогнозируемые затраты на развитие провозных возможностей представлены в табл. 4.1.

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

Таблица 4.1

Варианты провозных возможностей транспортного предприятия	Варианты спроса на транспортные услуги			
	1	2	3	4
1	6	1 2	20	24
2	9	7	9	28
3	23	1 8	15	19
4	27	2 4	21	15

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

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi 1 & \Pi 2 & \Pi 3 & \Pi 4 \\ A1 & 6 & 12 & 20 & 24 \\ A2 & 9 & 7 & 9 & 28 \\ A3 & 23 & 18 & 15 & 19 \\ A4 & 27 & 24 & 21 & 15 \end{pmatrix}.$$

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 П1: $\beta_j = 6$

Для П2: $\beta_j = 7$

Для П3: $\beta_j = 9$

Для П4: $\beta_j = 15$ Матрица рисков имеет следующий вид:

$$R = \begin{pmatrix} & \Pi 1 & \Pi 2 & \Pi 3 & \Pi 4 \\ A1 & 0 & 5 & 11 & 9 \\ A2 & 3 & 0 & 0 & 13 \\ A3 & 17 & 11 & 6 & 4 \\ A4 & 21 & 17 & 12 & 0 \end{pmatrix}.$$

Критерий Вальда

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

Для А1: $\max a_{ij} = 24$

Для А2: $\max a_{ij} = 28$

Для А3: $\max a_{ij} = 23$

Для А4: $\max a_{ij} = 27$

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

Критерий минимаксного риска Сэвиджа

Для А1: $\max r_{ij} = 11$

Для А2: $\max r_{ij} = 13$

Для А3: $\max r_{ij} = 17$

Для А4: $\max r_{ij} = 21$

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

Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица

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

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

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

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}) (табл.2)

Таблица 1

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

Таблица2

	$\min r_{ij}$	$\max r_{ij}$	$p \max r_{ij} + (1-p) \min r_{ij}$
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 1. 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 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: $C_i = P_i + c_i Q$. Данные P_i и c_i приведены в табл. 4.2. Таблица 4.2

Показатели	Модель станка				
	1	2	3	4	5
P	30	8	50	16	10
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 следующей 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	90	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 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 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 табл. 4.6 ежегодных финансовых результатов (доход д.е.):

Таблица 4.6

Проекты СТО	Прогнозируемая величина удовлетворяемости спроса					
	0	10	20	30	40	50
2 0	- 120	60	240	250	250	250
3 0	- 160	15	190	380	390	390
4 0	- 210	- 30	150	330	500	500
5 0	- 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 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

Спрос		
В 1	В 2	В 3
2 0	1 5	1 0
1 6	1 2	1 4
1 3	1 8	1 5

Определить, какой товар закупать магазину.

Вариант 10. Дана следующая матрица выигрышей:

$$A = \begin{pmatrix} & \text{П1} & \text{П2} & \text{П3} & \text{П4} \\ \text{А1} & 20 & 30 & 15 & 15 \\ \text{А2} & 75 & 20 & 35 & 20 \\ \text{А3} & 25 & 80 & 25 & 25 \\ \text{А4} & 85 & 5 & 45 & 5 \end{pmatrix}.$$

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

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?

Список литературы

1. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: Учеб. пособие / Под ред. Б.А. Лагоши. – М.: Финансы и статистика, 2002.
2. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие / Под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002.
3. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Федоссева. – М.: ЮНИТИ, 2002.
4. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие Клименко И. С. Издательство Российский новый университет ISBN 978-5-89789-093- Год 2018 Страниц 264 <https://e.lanbook.com/reader/book/162178/#1>