

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра управления качеством, метрологии и сертификации

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
« Ю » О.Б. Доктионова
2018 г.



ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА МЕТОДОМ «ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ»

Методические указания к выполнению практической работы по курсу «Системный анализ» по направлению подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология, профиль «Метрологические и контрольно-измерительные системы»

Составители: В.В. Куц, Н.А. Масалов

УДК 519.6

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *Е.В. Агеев*

Принятие решений в условиях риска методом «дерева решений» : методические указания к выполнению практической работы по курсу «Системный анализ» по направлению подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология, профиль «Метрологические и контрольно-измерительные системы» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц, Н.А. Масалов. - Курск, 2018. - 15 с.: ил. 4.

Содержат методические указания к выполнению практической работы по курсу «Системный анализ» у студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология, профиль «Метрологические и контрольно-измерительные системы».

В методических указаниях излагаются цели, задание, теоретические сведения, необходимые для проведения практической работы, а также порядок её выполнения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 4.02.18. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 0,87 .Уч.-изд.л. 0,79. Тираж 100 экз. Заказ. 406 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Если имеют место два или более последовательных множества решений, причем последующие решения основываются на результатах предыдущих, и (или) два или более множества состояний среды (т.е. появляется целая цепочка решений, вытекающих одно из другого, которые соответствуют событиям, происходящим с некоторой известной или заданной вероятностью), используется "дерево решений".

С его помощью часто оценивают риск по проектам, при реализации которых инвестирование средств происходит в течение длительного периода времени.

«Дерево решений» – это графическое изображение последовательности решений и состояний окружающей среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний сред (рис. 1).

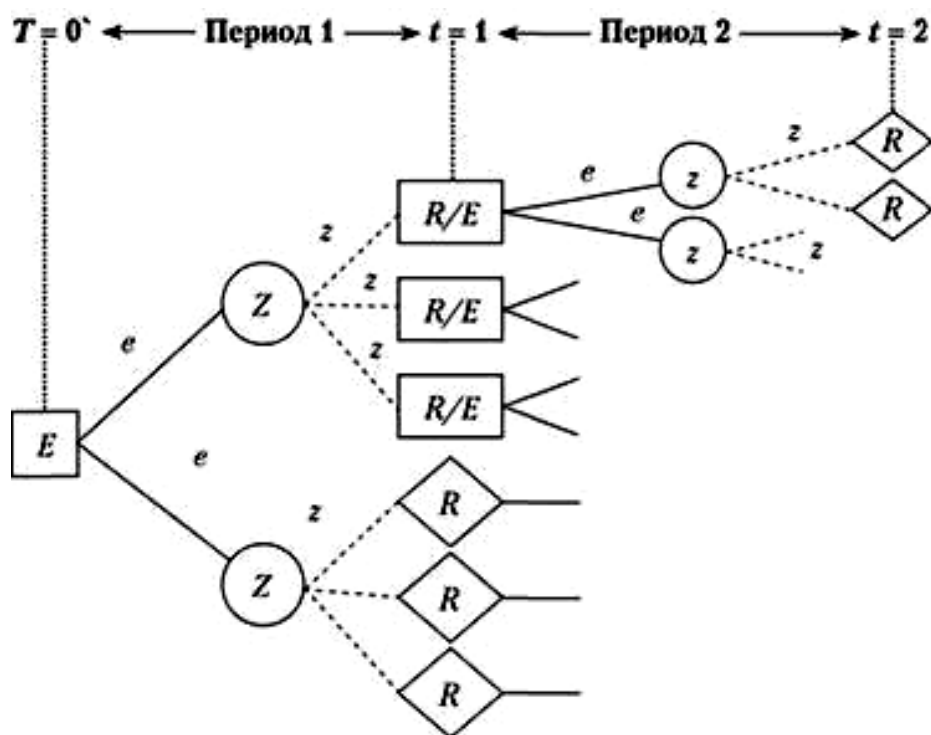


Рис. 1. Формальная структура «дерева решений»

«Дерево решений» имеет следующую структуру (см. рис. 1):
 E – узел решения, т.е. узел, характеризующий момент принятия решения;
 e – линия, представляющая альтернативу решения;

Z – узел события, т.е. узел, обозначающий случайное событие;
 z – линия, описывающая состояние окружающей среды, явившейся следствием наступления случайного события;

R – узел результата, т.е. узел, обозначающий результаты, связанные с определенными альтернативными решениями и состояниями окружающей среды;

R/E – узел, обозначающий наличие определенного результата и необходимость принятия решения.

Аналитик проекта, осуществляющий построение "дерева решений", для формулирования различных сценариев развития проекта должен обладать необходимой и достоверной информацией с учетом вероятности и времени их наступления.

Можно предложить следующую последовательность сбора данных для построения "дерева решений":

- определение состава и продолжительности фаз жизненного цикла проекта;
- определение ключевых событий, которые могут повлиять на дальнейшее развитие проекта;
- определение времени наступления ключевых событий;
- формулировка всех возможных решений, которые могут быть приняты в результате наступления каждого ключевого события;
- определение вероятности принятия каждого решения;
- определение стоимости каждого этапа осуществления проекта (стоимости работ между ключевыми событиями) в текущих ценах.

На основании полученных данных строится «дерево решений», структура которого содержит узлы, представляющие собой ключевые события (точки принятия решений), и ветви, соединяющие узлы, – работы по реализации проекта.

В результате построения «дерева решений» рассчитываются вероятность каждого сценария развития проекта, NPV по каждому сценарию, а также ряд других принципиально важных как для анализа рисков проекта, так и для принятия управленческих решений показателей.

Построение "дерева решений" обычно используется для проектов, которые имеют обозримое количество вариантов развития. В противном случае "дерево решений" принимает очень большой

объем, так что затрудняется не только вычисление оптимального решения, но и определение данных.

Метод полезен в ситуациях, когда более поздние решения сильно зависят от решений, принятых ранее, но, в свою очередь, определяют дальнейшее развитие событий.

Рассмотрим для наглядности пример использования данного метода.

Пример 1: Пусть необходимо выбрать лучший из трех возможных инвестиционных проектов: ИП1, ИП2, ИП3. Допустим, что для своего осуществления упомянутые проекты требуют вложения средств в размерах 200, 300 и 500 млн руб. и могут дать прибыль в размере 100, 200 и 300 млн руб. Риск потери средств по этим проектам характеризуется вероятностями на уровне 10, 5 и 20% соответственно. Какой проект лучше?

Ответить на вопрос чисто математическими средствами трудно. С помощью «дерева решений» этот ответ найти очень просто. «Дерево решений» для условий данного примера представлено на рис. 2.

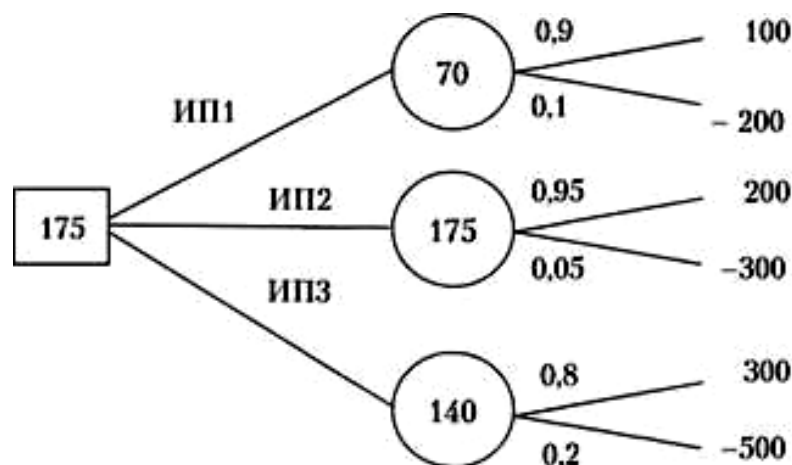


Рис. 2. Пример составления «дерева решений»

После составления «дерева решений» начинается его обратный анализ. Идя по «дереву» справа налево и попадая в кружки, необходимо поставить в них математические ожидания выплат, т.е. ожидаемую стоимостную оценку (EMV) – максимальную из сумм оценок выигрышей, умноженных на вероятность реализации выигрышей, для всех возможных вариантов.

Расчет последних выглядит так:

$$EMV(x_1)=100\times 0,9-200\times 0,1=70;$$

$$EMV(x_2)=200\times 0,95-300\times 0,05=175;$$

$$EMV(x_3)=300\times 0,8-500\times 0,2=140;$$

Эти математические ожидания и поставлены в кружки, изображающие узлы возникновения неопределенностей.

Двигаясь налево в последний квадрат ставится максимальная величина из тех, что стоят на концах выходящих из него ветвей. В нашем случае оптимальным является решение вложить средства в ИП2.

Пример 2: Главному инженеру компании надо решить, монтировать или нет новую производственную линию, использующую новейшую технологию. Если новая линия будет работать безотказно, компания получит прибыль 200 млн. рублей. Если же она откажет, компания может потерять 150 млн. рублей. По оценкам главного инженера, 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. Главный инженер считает, что существует 50% шансов, что экспериментальная установка будет работать. Если экспериментальная установка будет работать, то 90% шансов зато, что смонтированная производственная линия также будет работать. Если же экспериментальная установка не будет работать, то только 20% шансов за то, что производственная линия заработает. Следует ли строить экспериментальную установку? Следует ли монтировать производственную линию? Какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения? Для ответа на эти вопросы строим «дерево решений» (рис. 3).

В узле F возможны исходы «линия работает» с вероятностью 0,4 (что приносит прибыль 200) и «линия не работает» с вероятностью 0,6 (что приносит убыток -150), следовательно

$$EMV(F) = 0,4\times 200 + 0,6\times (-150) = -10.$$

Это число и пишется над узлом F . Для узла G

$$EMV(G) = 0.$$

В узле 4 необходимо осуществить выбор между решением «монтируем линию» (оценка этого решения $EMV(F) = -10$) и решением «не монтируем линию» (оценка этого решения $EMV(G) = 0$):

$$EMV(4) = \max\{EMV(F), EMV(G)\} = \max\{-10, 0\} = 0 = EMV(G).$$

Эту оценку мы пишем над узлом 4, а решение «монтируем линию» отбрасываем и зачеркиваем.

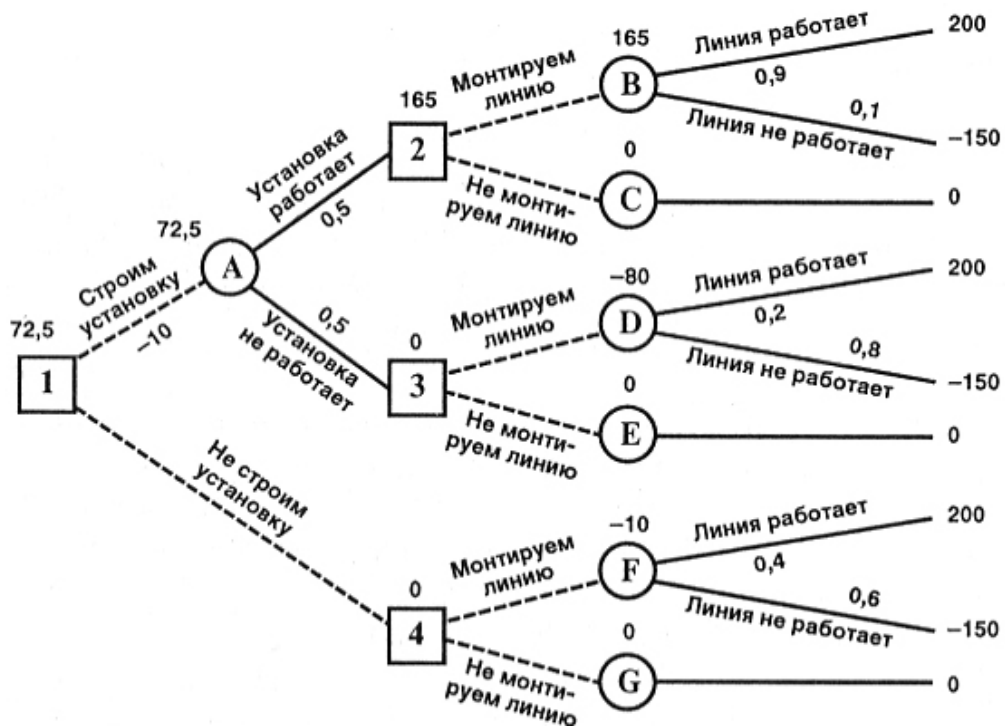


Рис. 3. «Дерево решений» для примера 2

Аналогично:

$$EMV(B) = 0,9 \times 200 + 0,1 \times (-150) = 180 - 15 = 165.$$

$$EMV(C) = 0.$$

$$EMV(2) = \max \{EMV(B), EMV(C)\} = \max \{165; 0\} = 165 = EMV(2).$$

Поэтому в узле 2 отбрасываем возможное решение «не монтируем линию».

$$EMV(D) = 0,2 \times 200 + 0,8 \times (-150) = 40 - 120 = -80.$$

$$EMV(E) = 0.$$

$$EMV(3) = \max \{EMV(D), EMV(E)\} = \max \{-80; 0\} = 0 = EMV(3).$$

Поэтому в узле 3 отбрасываем возможное решение «монтируем линию».

$$EMV(A) = 0,5 \times 165 + 0,5 \times 0 - 10 = 72,5.$$

$$EMV(1) = \max \{EMV(A), EMV(4)\} = \max \{72,5; 0\} = 72,5 = EMV(1).$$

Поэтому в узле 1 отбрасываем возможное решение «не строим установку».

Ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения равна 72,5 млн. рублей. Строим установку. Если установка работает, то монтируем линию. Если установка не работает, то линию монтировать не надо.

Пример 3: Компания рассматривает вопрос о строительстве завода. Возможны три варианта действий.

А. Построить большой завод стоимостью $M1 = 700$ тысяч долларов. При этом варианте возможны большой спрос (годовой доход в размере $R1 = 280$ тысяч долларов в течение следующих 5 лет) с вероятностью $p1 = 0,8$ и низкий спрос (ежегодные убытки $R2 = 80$ тысяч долларов) с вероятностью $p2 = 0,2$.

Б. Построить маленький завод стоимостью $M2 = 300$ тысяч долларов. При этом варианте возможны большой спрос (годовой доход в размере $T1 = 180$ тысяч долларов в течение следующих 5 лет) с вероятностью $p1 = 0,8$ и низкий спрос (ежегодные убытки $T2 = 55$ тысяч долларов) с вероятностью $p2 = 0,2$.

В. Отложить строительство завода на один год для сбора дополнительной информации, которая может быть позитивной или негативной с вероятностью $p3 = 0,7$ и $p4 = 0,3$ соответственно. В случае позитивной информации можно построить заводы по указанным выше расценкам, а вероятности большого и низкого спроса меняются на $p5 = 0,9$ и $p6 = 0,1$ соответственно. Доходы на последующие четыре года остаются прежними. В случае негативной информации компания заводы строить не будет.

Нарисовав дерево решений, определим наиболее эффективную последовательность действий, основываясь на ожидаемых доходах (Рис. 4).

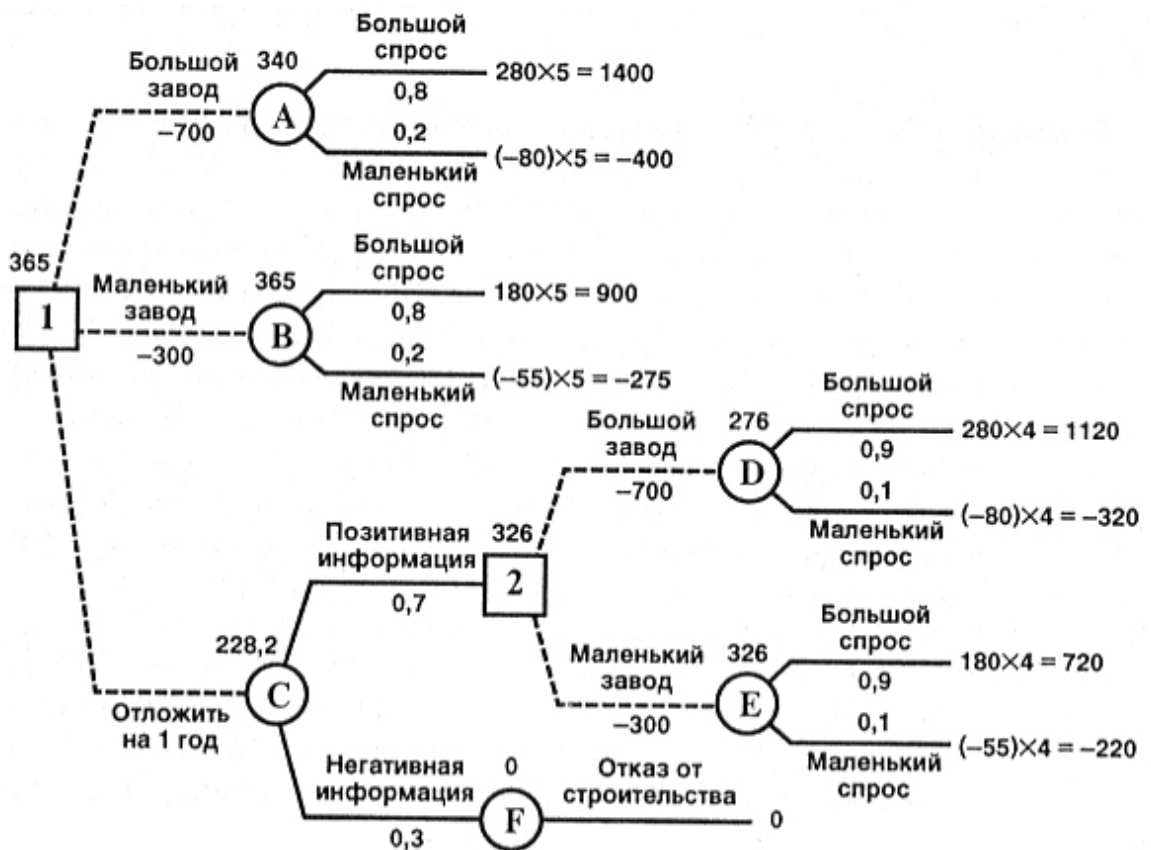


Рис. 4. «Дерево решений» для примера 3

Ожидаемая стоимостная оценка узла A равна

$$EMV(A) = 0,8 \times 1400 + 0,2 \times (-400) - 700 = 340.$$

$$EMV(B) = 0,8 \times 900 + 0,2 \times (-275) - 300 = 365.$$

$$EMV(D) = 0,9 \times 1120 + 0,1 \times (-320) - 700 = 276.$$

$$EMV(E) = 0,9 \times 720 + 0,1 \times (-220) - 300 = 326.$$

$$EMV(2) = \max\{EMV(D), EMV(E)\} = \max\{276; 326\} = 326 = EMV(E).$$

Поэтому в узле 2 отбрасываем возможное решение «большой завод».

$$EMV(C) = 0,7 \times 326 + 0,3 \times 0 = 228,2.$$

$$EMV(1) = \max\{EMV(A), EMV(B), EMV(C)\} = \\ = \max\{340; 365; 228,2\} = 365 = EMV(B).$$

Поэтому в узле 1 выбираем решение «маленький завод». Исследование проводить не нужно. Строим маленький завод. Ожидаемая стоимостная оценка этого наилучшего решения равна 365 тысяч долларов.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ

Задача №1. Вас пригласили на телевизионную игру *Колесо фортуны*. Колесо управляется электронным образом с помощью двух кнопок, которые сообщают колесу сильное В или слабое Н вращение. Само колесо разделено на равные области – белую Б и красную К. Вам сообщили, что в белой области колесо останавливается с вероятностью 0,3, а в красной – 0.7. Плата, которую вы получаете за игру, равна (в долл.) следующему.

	Б	К
Н	800	200
В	-2500	1000

Изобразите соответствующее дерево решений.

Задача №2. Фермер Мак-Кой может выращивать либо кукурузу, либо соевые бобы. Вероятность того, что цены на будущий урожай этих культур повысится, останутся на том же уровне или понизятся, равна соответственно 0,25, 0,30 и 0,45. Если цены возрастут, урожай кукурузы даст 30000 долл. чистого дохода, а урожай соевых бобов 10000 долл. Если цены останутся неизменными, Мак-Кой лишь покроет расходы. Но если цены станут ниже, урожай кукурузы и соевых бобов приведет к потерям в 35000 и 5000 долл. соответственно.

- А) Представьте данную задачу в виде дерева решений.
Б) Какую культуру следует выращивать Мак-Кой?

Задача №3. Допустим, у вас имеется возможность в три инвестиционных фонда открытого типа: простой, специальный (обеспечивающий максимальную долгосрочную прибыль от акций мелких компаний) и глобальный. Прибыль от инвестиций может измениться и зависимости от условий рынка. Существует 10%-ная вероятность, что ситуация на рынке ценных бумаг ухудшится, 50%-ная – что рынок останется умеренным и 40%-ная – рынок будет возрастать. Следующая таблица содержит значения процентов прибыли от суммы инвестиций при трех возможных развитиях рынка.

Процент прибыли от инвестиций (%)			
Альтернатива (фонды)	Ухудшающийся рынок	Умеренный рынок	Растущий рынок
Простой	+5	+7	+8

Специальный	-10	+5	+30
Глобальный	+2	+7	+20

- А) Представьте данную задачу в виде дерева решений.
 Б) Какой фонд открытого типа вам следует выбрать?

Задача №4. Предположим, у вас имеется возможность вложить деньги либо в 7,5%-ные облигации, которые продаются по номинальной цене, либо в специальные фонды, которые выплачивает лишь 1% дивидендов. Если существует вероятность инфляции, процентная ставка возрастает до 8%, и в этом случае номинальная стоимость облигаций увеличивается на 10%, а цена акций фонда – на 20%. Если прогнозируется спад, то процентная ставка понизится до 6%. При этих условиях ожидается, что номинальная стоимость облигаций поднимется на 5%, а цена акций фонда – на 20%. Если состояние экономики останется неизменным, цена акций фонда увеличится на 8%, а номинальная стоимость облигаций не изменится. Экономисты оценивают в 20% шансы наступления инфляции и в 15% - наступление спада. Ваше решение относительно инвестиций принимается с учетом экономических условий следующего года.

- А) Представьте данную задачу в виде дерева решений.
 Б) Будете ли вы покупать акции фонда или облигации?

Задача №5. Фирма планирует производство новой продукции быстрого питания в национальном масштабе. Исследовательский отдел убежден в большом успехе новой продукции и хочет внедрить её немедленно, без рекламной компании на рынках сбыта фирмы. Отдел маркетинга положение вещей оценивает иначе и предлагает провести интенсивную рекламную компанию. Такая компания обойдется в 100000 долл., а в случае успеха принесет 950000 долл. годового дохода. В случае провала рекламной компании (вероятность этого составляет 30%) годовой доход оценивается лишь в 200000 долл. Если рекламную компанию не проводить вообще, годовой доход оценивается в 400000 долл. при условии, что покупателям понравится новая продукция (вероятность этого равна 0,8), и в 200000 долл. с вероятностью 0,2, если покупатели останутся равнодушными к новой продукции.

- А) Постройте соответствующее дерево решений.

Б) Как должна поступить фирма в связи с производством новой продукции?

Задача №6. Симметричная монета подбрасывается три раза. Вы получаете один доллар за каждое выпадение герба (G) и дополнительно 0,25 за каждые два последовательные выпадения герба (заметим, что выпадение GG состоит из двух последовательностей GG). Однако вам приходится платить 1,1 долл. за каждое выпадение решки (P). Вашим решением является участие или неучастие в игре.

А) Постройте соответствующее дерево решений для описания игры.

Б) Будете ли вы играть в эту игру?

Задача №7. Предположим, у вас имеется возможность сыграть в игру следующего содержания. Симметричная игральная кость бросается два раза, при этом возможны четыре исхода: 1) выпадает два четных числа, 2) выпадает два нечетных числа, 3) выпадает сначала четное число, затем нечетное, 4) выпадает сначала нечетное число, затем четное число. Вы можете делать одинаковые ставки на два исхода. Например, вы можете поставить на два четных числа (исход 1) и на два нечетных (исход 2). Выигрыш на каждый доллар, поставленный на первый исход, равен 2 доллара, на второй и третий исходы – 1,95 доллара, на четвертый исход – 1,50 доллара.

А) Постройте дерево решений для описания игры?

Б) На какие исходы следует делать ставки?

В) Можно ли иметь стабильный выигрыш в этой игре?

Задача №8. Фирма производит партии продукции с 0,8, 1, 1,2 и 1,4% бракованных изделий с вероятностями 0,4, 0,3, 0,25 и 0,05 соответственно. Три потребителя А, В и С заключили контракт на получение партий изделий с процентом некачественных изделий не выше 0,8, 1,2 и 1,4% соответственно. Фирма штрафуется за каждый пункт процента (одна десятая процента) в случае, если процент некачественных изделий выше указанного. Наоборот, поставка партий изделий с меньшим процентом бракованных изделий, чем оговорено в контракте, приносит фирме прибыль в 500 долл. за каждый пункт процента. Предполагается, что партии изделий перед отправкой не проверяют.

- А) Постройте соответствующее дерево решений.
 Б) Какой из потребителей должен иметь наивысший приоритет при получении своего заказа?

Задача №9. Фирма планирует открыть новое предприятие в Арканзасе. В настоящее время имеется возможность построить либо крупное предприятие, либо небольшое, которое через два года можно будет расширить при условии высокого спроса на выпускаемую им продукцию. Рассматривается задача принятия решений на десятилетний период. Фирма оценивает, что на протяжении этих 10 лет вероятность высокого и низкого спроса на производимую продукцию будет равна 0,75 и 0,25 соответственно. Стоимость немедленного строительства крупного предприятия равна 5 млн. долл., а небольшого 1 млн. долл. Расширение малого предприятия через два года обойдется фирме в 4,2 млн. долл. Прибыль, получаемая от функционирования мощностей на протяжении 10 лет, приводится в следующей таблице.

Ожидаемый доход за год (тыс. долл.)		
Альтернатива	Высокий спрос	Низкий спрос
Крупное предприятие сейчас	1000	300
Небольшое предприятие сейчас	250	200
Расширенное предприятие через 2 года	900	200

А) Постройте соответствующее дерево решений, принимая во внимание, что через два года фирма может либо расширить небольшое предприятие, либо не расширять его.

Б) Сформулируйте стратегию строительства для фирмы на планируемый 10-летний период.

Задача №10. Решите задачу №9, предположив, что ежегодная учетная ставка равна 10% и что решение принимается с учетом инфляции.

Задача №11. Решите задачу 9, предположив, что спрос может быть высоким, средним и низким с вероятностями 0,7, 0,2 и 0,1 соответственно. Расширение небольшого предприятия будет проведено лишь в том случае, если на протяжении первых двух лет спрос бу-

дет высоким. Следующая таблица содержит данные о прибылях за год.

Альтернатива	Ожидаемый доход за год (тыс. долл.)		
	Высокий спрос	Средний спрос	Низкий спрос
Крупное предприятие сейчас	1000	500	300
Небольшое предприятие сейчас	400	280	150
Расширенное предприятие через 2 года	900	600	200

Задача №12. Электроэнергетическая компания использует парк из 20 грузовых автомобилей для обслуживания электрической сети. Компания планирует периодический профилактический ремонт автомобилей. Вероятность поломки автомобиля в первый месяц равна нулю, во второй месяц – 0,03 и увеличивается на 0,01 для каждого последующего месяца, по десятый включительно. Начиная с одиннадцатого месяца и далее, вероятность поломки сохраняется постоянной на уровне 0,13. Случайная поломка одного грузового автомобиля обходится компании в 200 долл., а планируемый профилактический ремонт в 75 долл. Компания хочет определить оптимальный период (в месяцах) между планируемыми профилактическими ремонтами.

А) Постройте соответствующее дерево решений.

Б) Определите оптимальную длину цикла для профилактического ремонта.

Задача №13. Ежедневный спрос на булочки в продовольственном магазине задается следующими параметрами.

n	100	150	200	250	300
p_n	0,20	0,25	0,30	0,15	0,10

Магазин покупает булочку по 55 центов, а продает по 1,20 долл. Если булочка не продана в тот же день, то к концу дня она может быть реализована за 25 центов. Величина запаса булочек

может принимать одно из возможных значений спроса, которые перечислены выше.

А) Постройте соответствующее дерево решений.

Б) Сколько бутылочек необходимо заказывать ежедневно?

Задача №14. Пусть в задаче №13 временной интервал, для которого необходимо решить задачу принятия решений, составляет два дня. Альтернативы для второго дня зависят от реализации булочек в первый день. Если реализован в точности весь запас первого дня, магазин закажет такое же количество булочек и на второй день. Если потребность в булочках в первый день превышает имеющийся запас, то для второго дня магазин может заказать любой из объемов спроса на булочки, который превышает запас первого дня. И, наконец, если в первый день реализовано меньше булочек, чем было закуплено, то для второго дня магазин может заказать любой из объёмов спроса на булочки, который меньше запаса первого дня. Постройте соответствующее дерево решений и определите оптимальную стратегию заказа.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ВАРИАНТАМ

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ зад.	4,13	2, 8	3, 12	4, 14	5, 13	1, 12	10, 3	8, 11	9, 7	4, 14